భౌతికశాస్త్రం ఎలా మారింది?

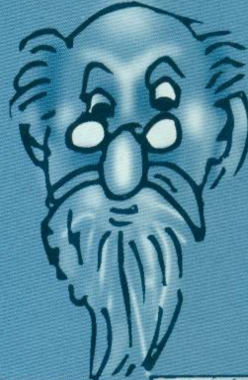
మూలం :
టి. పద్మనాభన్

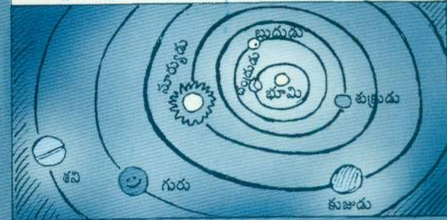
అనువాదం :
డా॥ శ్రీనివాస చక్రవర్తి

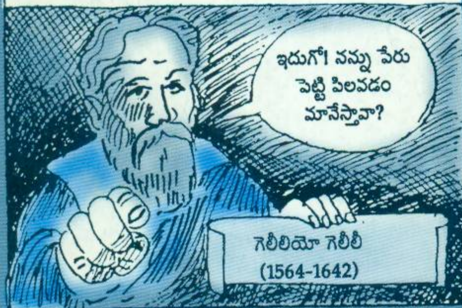
మూలం బొమ్మలు : కీథ్ ఫ్రాన్సిస్

బొమ్మలు తిరిగి వేసింది : అవినాష్ దేశ్‌పాండే

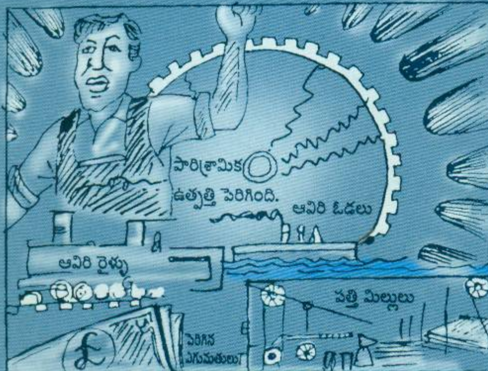


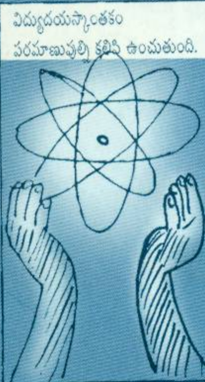


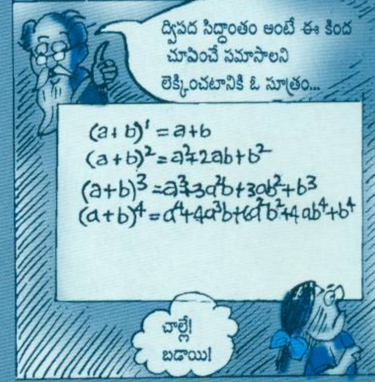












THE STORY OF PHYSICS - T. Padmanabhan

భౌతిక శాస్త్రం ఎలా మారింది? - టి. పద్మనాభన్

మూలం బొమ్మలు : కీథ్ ఫ్రాన్సిస్

బొమ్మలు తిరిగి వేసింది : అవినాష్ దేశ్‌పాండే

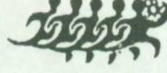
ప్రచురణ కాలం : జనవరి, 2005

ప్రతుల సంఖ్య : 2,000

అనువాదం : డా॥ శ్రీనివాస చక్రవర్తి

వెల: రూ. 30/-

ప్రచురణ, ప్రతులకు :
జి.మాల్యాద్రి
జన విజ్ఞాన వేదిక, ప్రచురణల విభాగం
162, విజయలక్ష్మి నగర్
నెల్లూరు - 524 004.
ఫోన్: 0861 2305305



కంపోజింగ్, లే అవుట్, కవర్ డిజైనింగ్, ముద్రణ :
చరిత ఇంప్రెషన్స్
అజామాబాద్, హైదరాబాద్-500 020. ఫోన్: 2767 8411

భౌతిక శాస్త్రం ఎలా మారింది?

భగవంతుడా!
పిల్లింకా ఏమేం చేస్తారో!

మూలం :
టి. పద్మనాభన్
అనువాదం :
డా॥ శ్రీనివాస చక్రవర్తి

చాలా చాలా కాలం క్రితం, సుమారు క్రీ.పూ.10,000లో ఒక విధమైన గృహవిజ్ఞానం ఉండేది...

అహ! మహా రుచిగా ఉందనుకో!

ఏడు బతుకుతా డంటావా?

...అనువైన సాంకేతిక పరిజ్ఞానం కూడా ఉండేది.

ఉష్! ఇది కచ్చితంగా దయ్యాల పనే!

అతి ప్రాచీన నాగరికతలకి కూడా ఎంతో సాంకేతిక పరిజ్ఞానం ఉండేది...

సింధూనది
పర్షియా
మొహంజదారో
హరప్పా
భారత్
అరేబియా
ఈజిప్టు

...కాని ప్రకృతి చర్యలన్నిటినీ కొన్ని నియత ధర్మాలతో అభివర్ణించే భౌతిక శాస్త్రం గ్రీకు కాలం వరకు లేదేమో.

పైథాగరస్ (582-497 క్రీ.పూ) వంటి ఎందరో గొప్ప తత్వవేత్తలకు, పండితులకు గ్రీకు దేశం పుట్టినిల్లయ్యింది.

చివరికి కనుగొన్నాను!

ఇతగాడు తీగలు మీటి సామరస్యం మీద ఎన్నో ప్రయోగాలు చేశాడు. ఎ,బిల పొడవుల మధ్య 1:2 లేదా 2:3 వంటి సరళ నిష్పత్తి ఉంటే ధ్వని వినడానికి శ్రావ్యంగా ఉంటుంది.

నిష్పత్తులు జటిలం అవుతున్న కొద్దీ ధ్వని కర్ణకఠోరంగా మారేది.

హరి దేవుడా! పైథో 419:420 నిష్పత్తిలో వాయిస్తున్నట్టున్నారు.

ఈ పైథాగోరియన్లకి బుద్ధి లేదు.

పైథాగరస్ సమకాలికుడైన జీనో కదలిక అనేది అసంభవం అని తేల్చిపారేశాడు! దీనికే జీనో వైపరీత్యం అని పేరు.

ఇప్పుడు అచిలీసు, తాబేలు పరుగు పందెం వేసుకున్నారనుకుందాం. తాబేలు పది అడుగులు ముందే బయల్దేరింది. అచిలీసు ఆ దూరం పరుగెత్తే లోపల తాబేలు కొంచెం ముందుకెళ్తుంది. అచిలీసు ఆ దూరం కూడా పరుగెత్తే లోపల తాబేలు మరి కొంచెం ముందుకెళ్తుంది. అంచాత అచిలీసు వాడి జన్మలో తాబేలును పట్టుకోలేడన్నమాట!

ఇదేదో తిరకాసుగా ఉందే!

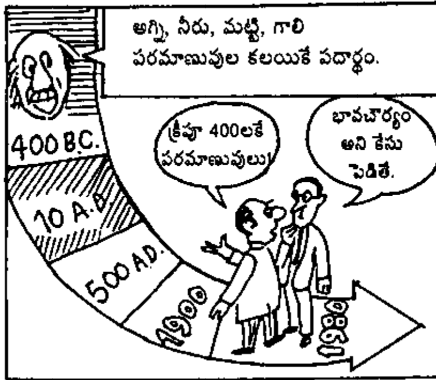
మరి పరుగెడుతున్నాడే!

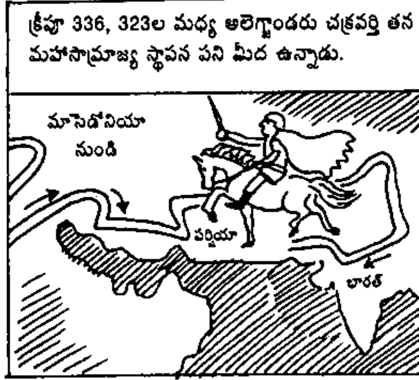
నువ్వు ఇప్పుడు పుట్టాల్సిన వాడివికావు!

డెమోక్రిటస్ (సుమారు క్రీ.పూ.400) పదార్థం అనవధికంగా విచ్ఛిన్నం కాదని ప్రతిపాదించి జీనో వైపరీత్యాన్ని పరిష్కరించదలచాడు.

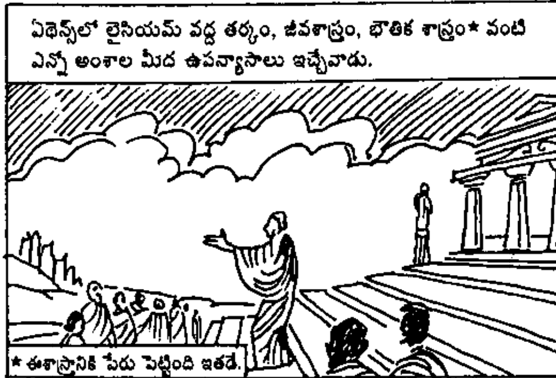
పదార్థం అంతా పరమాణువులే.

రమారమి క్రీ.పూ. 400

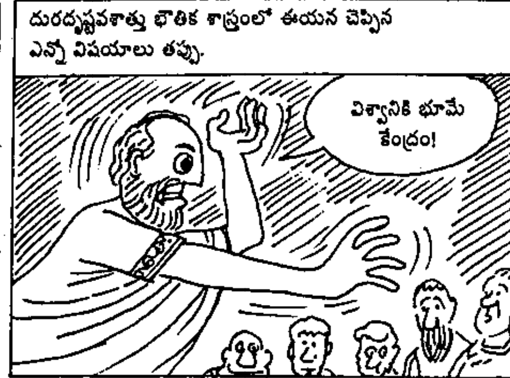


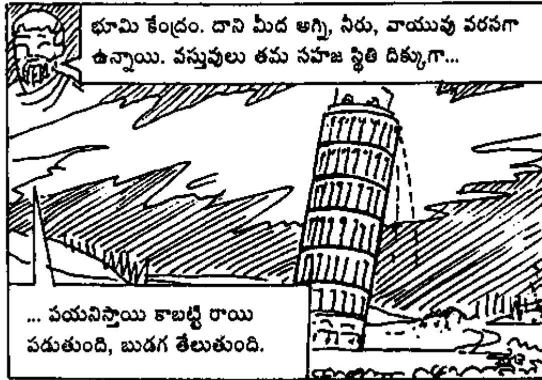


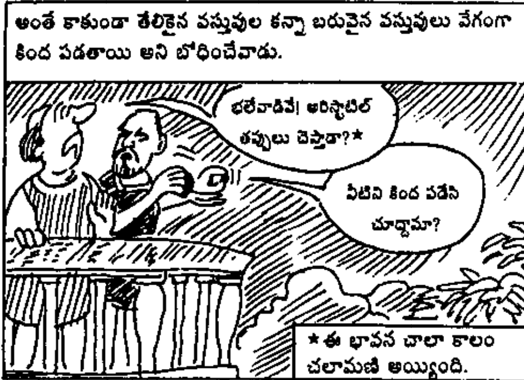
అదే కాలంలో
అతని గురువు
అరిస్టాటిల్
(క్రీపూ 384-322)
ఓ విజ్ఞాన
సామ్రాజ్య స్థాపన పనిలో
ఉన్నాడు.



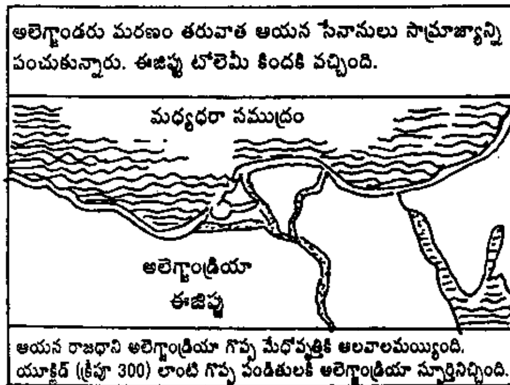
* ఈశాస్త్రానికి పేరు పెట్టింది ఇతడే.



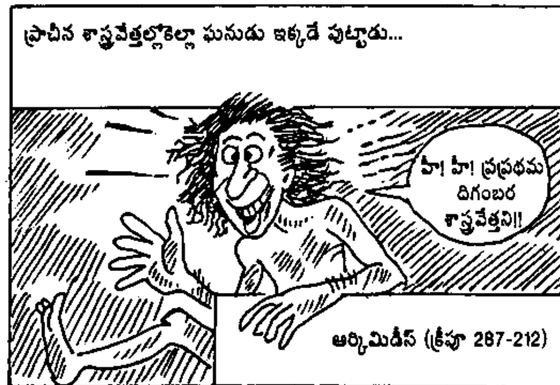




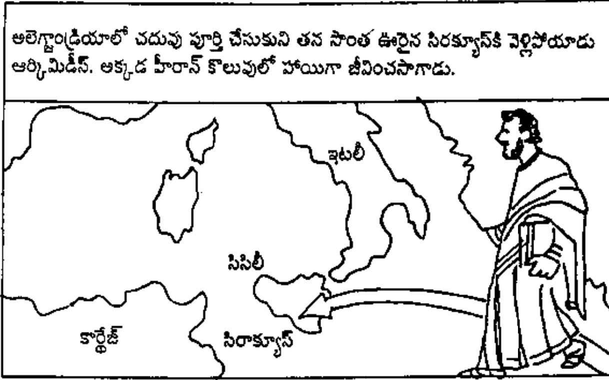
* ఈ భావన చాలా కాలం
చలామణి అయ్యింది.



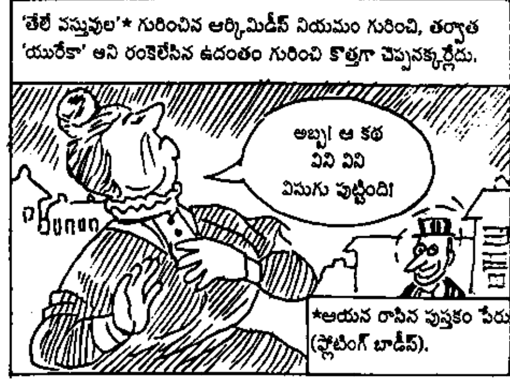
ఆయన రాజధాని అలెగ్జాండ్రియా గొప్ప మేధోవృత్తికి ఆలవాలమయ్యింది.
యూక్లిడ్ (క్రీపూ 300) లాంటి గొప్ప పండితులకి అలెగ్జాండ్రియా స్ఫూర్తినిచ్చింది.



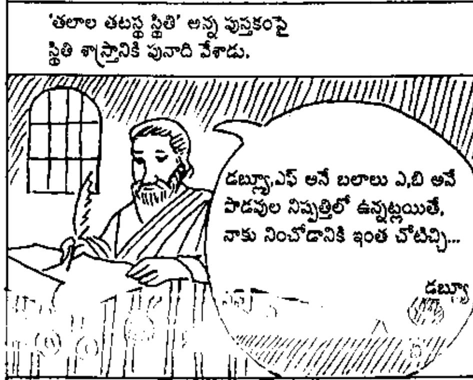
ఆర్కిమిడీస్ (క్రీపూ 287-212)



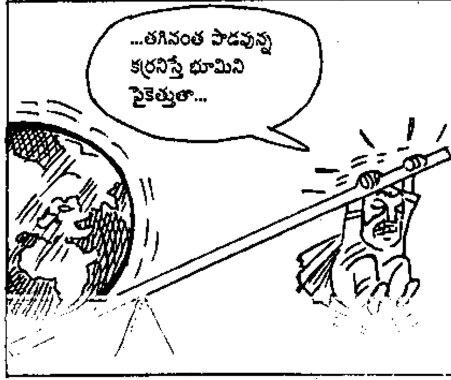
అలెగ్జాండ్రియాలో చదువు పూర్తి చేసుకుని తన సొంత ఊరైన సిరక్యూస్‌కి వెళ్లిపోయాడు ఆర్కిమిడీస్. అక్కడ హీరాన్ కొలువులో హాయిగా జీవించసాగాడు.
ఇటలీ
సిసిలీ
కార్థేజ్
సిరాక్యూస్



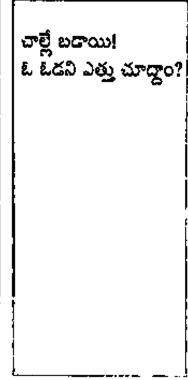
'తేలే వస్తువుల'* గురించిన ఆర్కిమిడీస్ నియమం గురించి, తర్వాత 'యురేకా' అని రంకెలేసిన ఉదంతం గురించి కొత్తగా చెప్పనక్కర్లేదు.
అబ్బ! ఆ కథ విని విని విసుగు పుట్టింది!
*ఆయన రాసిన పుస్తకం పేరు (ఫ్లోటింగ్ బాడీస్).



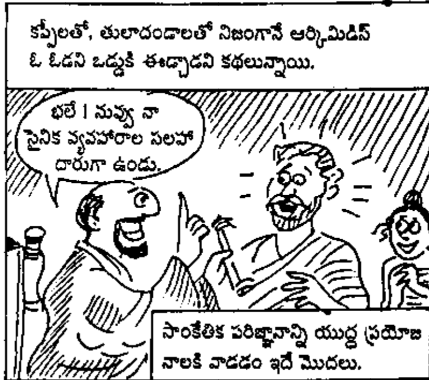
'తలాల తటస్థ స్థితి' అన్న పుస్తకంపై స్థితి శాస్త్రానికి పునాది వేశాడు.
డబ్ల్యూ,ఎఫ్ అనే బలాలు ఎ,బి అనే పొడవుల నిష్పత్తిలో ఉన్నట్లయితే, నాకు నించోడానికి ఇంత చోటిచ్చి...
డబ్ల్యూ



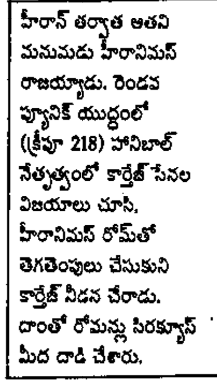
...తగినంత పొడవున్న కర్రనిస్తే భూమిని పైకెత్తుతా...



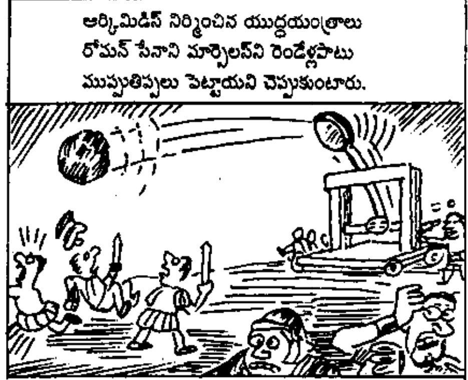
చాల్లే బడాయి!
ఓ ఓడని ఎత్తు చూద్దాం?



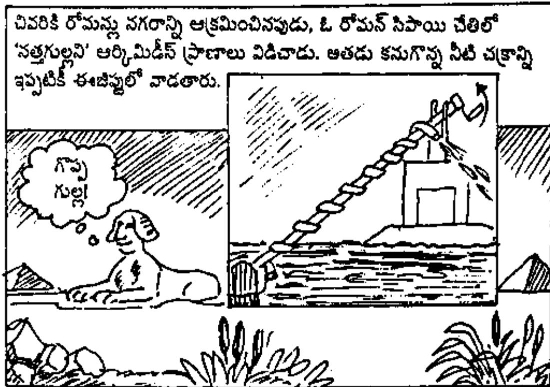
కప్పీలతో, తులాదండాలతో నిజంగానే ఆర్కిమిడిస్ ఓ ఓడని ఒడ్డుకి ఈడ్చాడని కథలున్నాయి.
భలే! నువ్వు నా సైనిక వ్యవహారాల సలహాదారుగా ఉండు.
సాంకేతిక పరిజ్ఞానాన్ని యుద్ధ ప్రయోజనాలకి వాడడం ఇదే మొదలు.



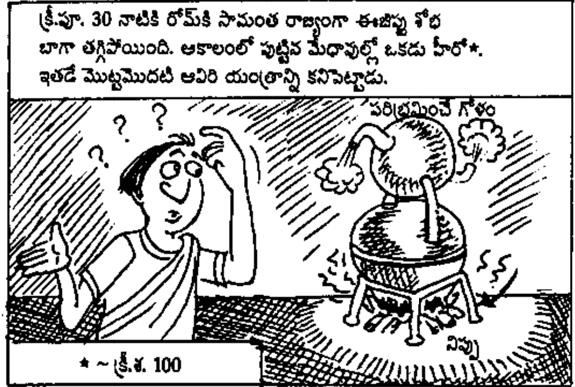
హీరాన్ తర్వాత అతని మనుమడు హీరానిమస్ రాజయ్యాడు. రెండవ ప్యూనిక్ యుద్ధంలో (క్రీపూ 218) హానిబాల్ నేతృత్వంలో కార్తేజ్ సేనల విజయాలు చూసి, హీరానిమస్ రోమ్‌తో తెగతెంపులు చేసుకుని కార్తేజ్ నీడన చేరాడు. దాంతో రోమన్లు సిరక్యూస్ మీద దాడి చేశారు.



ఆర్కిమిడిస్ నిర్మించిన యుద్ధయంత్రాలు రోమన్ సేనాని మార్సెలస్‌ని రెండేళ్లపాటు ముప్పుతిప్పలు పెట్టాయని చెప్పుకుంటారు.

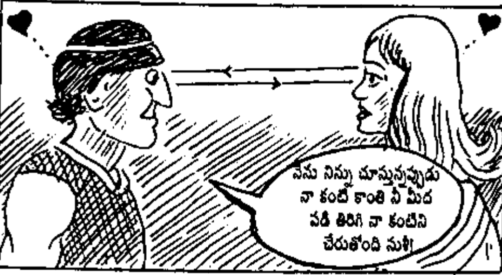


చివరికి రోమన్లు నగరాన్ని ఆక్రమించినపుడు, ఓ రోమన్ సిపాయి చేతిలో 'సత్తగుల్లని' ఆర్కిమిడీస్ ప్రాణాలు విడిచాడు. అతడు కనుగొన్న నీటి చక్రాన్ని ఇప్పటికీ ఈజిప్టులో వాడతారు.
గొప్ప గుల్ల!

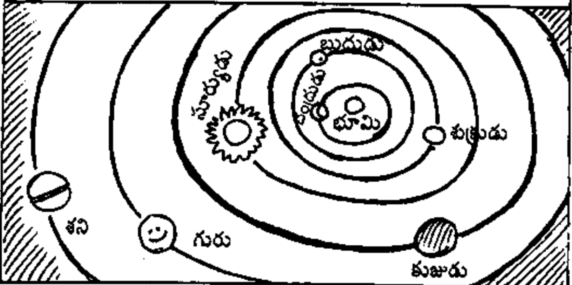


క్రీ.పూ. 30 నాటికి రోమ్‌కి సామంత రాజ్యంగా ఈజిప్టు శోభ బాగా తగ్గిపోయింది. ఆకాలంలో పుట్టిన మేధావుల్లో ఒకడు హీరో*. ఇతడే మొట్టమొదటి ఆవిరి యంత్రాన్ని కనిపెట్టాడు.
?
?
?
పరిభ్రమించే గోళం
నిప్పు
* ~ క్రీ.శ. 100

సైఫనుని నిర్మించింది ఇతడే. యంత్రశాస్త్రం మీద కటాప్ట్రిక్స్ మీద పుస్తకాలు రాశాడు. దృష్టిని గురించి అతను చెప్పింది ఆనాటి నమ్మకాలని ప్రతిబింబిస్తోంది.



అలెగ్జాండ్రియా నగర వాసుల్లో మరో గొప్ప వాడు టోలెమీ (క్రీపూ 127-151), భూమి కేంద్రంగా ఉండి దానికి విశ్వం సకేంద్రీయంగా ఉందని అన్నాడు. ఇది తప్పని ఇప్పుడు మనకు తెలుసు.

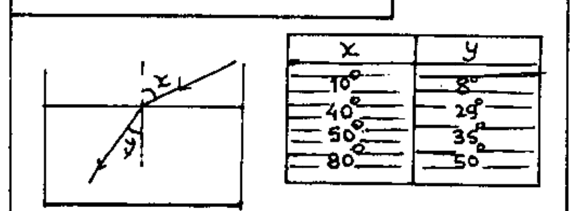


కాంతి శాస్త్రం గురించి కూడా అధ్యయనాలు చేశాడు. ముఖ్యంగా కాంతి పరావర్తనం మీద ప్రయోగాలు చేశాడు.



పరావర్తనం కారణంగానే (బి)లో నాణెం కనిపిస్తోంది. కాంతి రేఖ నీటి ఉపరితలం దాటుతున్నప్పుడు వక్రీభవనం చెందుతుంది.

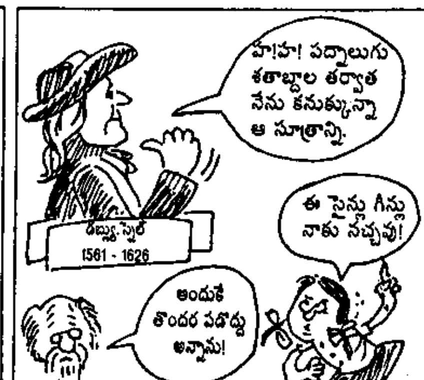
టోలెమీ ప్రయోగాలు చేసి X, Y కోణాలు కొలిచాడు.



x	y
10°	8°
40°	29°
50°	35°
80°	50

కాని ఆ రెంటినీ అనుసంధించే సూత్రాన్ని కనుక్కోలేకపోయారు.

Sine x,
Sine y ల
నిష్పత్తి
ఓ స్థిరాంకం
అన్నదే
ఆ నియమం.
దీనిని ఇప్పుడు
స్నెల్ నియమం
అని పేరు

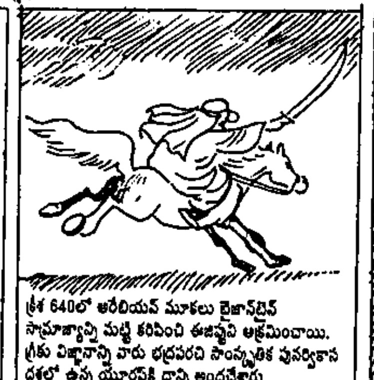


టోలెమీ తర్వాత యూరప్‌లో కల్లోల వాతావరణం నెలకొంది. రోమన్ సామ్రాజ్యం పతనమయ్యింది.
కకావికలమైన రాజ్యాలే మిగిలాయి.

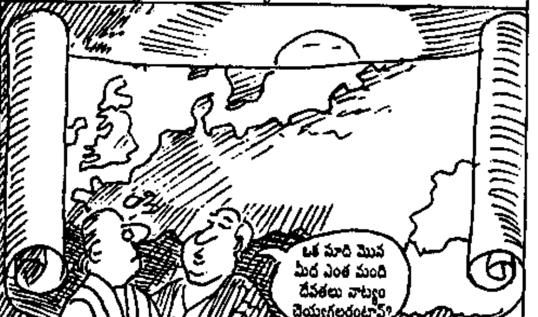


ఏం జరుగుతోందర్రా?

చీకటి యుగం వచ్చేసింది.



అయితే సాంస్కృతిక పునర్వికాసం విజ్ఞానానికి పునర్జన్మ కాలేదు. యూరప్ మతోన్మాదుల చేతిలో చిక్కుకుంది.



సాంస్కృతిక పునర్వికాస దశ అనంతరం కూడా మత ఛాందసత శాస్త్రీయ దృక్పథానికి తావివ్వలేదు.

8 7 6 4 5 3 2 1

అరే! కుజుడు అలా నడుస్తున్నాడేంటి చెప్మా?

శుక్రుడు నడినెత్తిన ఎప్పుడూ ఎందుకు కనిపించదు? ★

★ ఇలాంటి ప్రశ్నలకి టోలెమీ వ్యవస్థలో స్థానం లేదు.

అప్పుడు వచ్చాడో మహానుభావుడు...

నికొలాస్ కోపర్నికస్ (క్రీశ 1473-1543)

సూర్యుణ్ణి నిలిపి భూమిని కదలనిచ్చిన వాడు ఇతడే

శుక్రుడు

బుధుడు

భూమి

కుజుడు

ఇలా చూస్తే అంతా సరళంగా ఉంటుంది.

నిజమేనే!

దీనికి 100 ఏళ్ళ మునుపే గుటెన్బర్గ్ ముద్రణ యంత్రాన్ని కనిపెట్టాడు.

పవిత్ర గ్రంథం బైబిల్‌తో మొదలెడదాం

గుటెన్బర్గ్ బైబిల్

కోపర్నికస్ బోధించిన "అపవిత్ర" భావాలన్నీ 1543లో అచ్చయ్యాయి...

Revolutionibu Drbiton Eoelestum

యదార్థం అలా ఉండదని నికోలాస్ తన పుస్తకంలో చెప్పాడుగా?

అ కాస్తా అతని సంపాదకుడు అతికించి ఉంటాళ్లే!

కాని కొందరు మాత్రం కోపర్నికస్ సిద్ధాంతాలని వెంటనే ఆమోదించారు...

ఇప్పుడు విషయాలు తేలికగా అర్థం అవుతున్నాయి.

రైన్హోల్డ్ (1511-1553) "ప్రష్యన్ గ్రహస్థితి పట్టిక"ని 1511లో ప్రచురించాడు.

...మరి కొందరు మాత్రం బేరంలోకి దిగారు.

గ్రహాలని కావాలంటే సూర్యుడి చుట్టూ తిరగనీ. కానీ సూర్యుడు మాత్రం భూమి చుట్టూ తిరగాలి సుమా.

కుదరదు!

భూమి

గ్రహం

సూర్యుడు

టైకో బ్రహే (1546-1601)

జె. కెప్లర్ (1571-1630)

కాని విచిత్రమేమంటే టైకో డెన్మార్క్‌లో, హ్వీన్‌లో తన స్వంత వేధశాలలో చేసిన పరిశీలనలన్నీ...

...కోపర్నికస్ సిద్ధాంతాలకే మద్దతు నిస్తున్నాయి.

1572లో టైకో ఓ కొత్త తార (సూపర్ నోవా) పుట్టుక గమనించాడు.

ఆకాశం ఎన్నటికీ మారదు - అరిస్టాటిల్

...సుదీర్ఘ కక్ష్య గల ఓ తోకచుక్కని కూడా చూశాడు.

గ్రహగతులన్నీ వృత్తాలే - అరిస్టాటిల్

కాని టైకో శిష్యుడు ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంతం 'గ్రీకు విజ్ఞానా'నికి గొడ్డలి పెట్టే అయ్యింది.

యొహానెస్ కెప్లర్ (1571-1630)

టైకో సేకరించిన సమాచారాన్ని ఎంతో క్షుణ్ణంగా పరిశీలించి గ్రహగతులకి సంబంధించిన మూడు నియమాలని కనుగొన్నాడు.

గ్రహగతులు సూర్యుడు నాభిగా గల దీర్ఘవృత్తాలు

గ్రహం

సూర్యుడు

ముందు దీర్ఘవృత్తం అంటే ఏంటో, నాభి అంటే ఏంటో చెప్పు!

మొదటి నియమం. (1609 క్రీశ)

రెండు డ్రాయింగ్ పిన్నులు (ఇవే నాభులు) ఒక పెన్సిలు, దారం, - వీటితో దీర్ఘవృత్తాన్ని సులభంగా గీయొచ్చు.

పిన్ను

పిన్ను

నాభి

ఒక శంఖువును ఏటవాలుగా ఛేదిస్తే వచ్చే కోతే దీర్ఘవృత్తం

అంతే కాక..

దీర్ఘవృత్తం

...దాని సమీకరణమూ...

వా! సమీకరణాలొద్దు! ఇది బొమ్మల కథ! వా!

సర్లే! సర్లే! ఇదుగో కథ!

రెండవ నియమం (1609 క్రీశ.)

సూర్యుడు-గ్రహాలని కలిపిన గీత సమాన కాలవ్యవధులలో సమాన వైశాల్యాలని దాటుతుంది.

1 గ్రహం

2

సమాన వైశాల్యం

3

4

అంటే 1 నుండి 2చేరడానికి ఎంతో, 3 నుండి 4 చేరడానికీ అంతే సమయం పడుతుంది. సూర్యుడికి దగ్గర్లో గ్రహ వేగం పెరుగుతుంది.

కెప్లరు తన 'నవ్య ఖగోళశాస్త్రం'లో ఈ రెండు నియమాలనీ ప్రచురించాడు. తన మూడవ నియమం 'విశ్వ సామరస్యం' (1619) అన్న పుస్తకంలో పేర్కొన్నాడు. అందులో అంతా తత్వశాస్త్రమే!

కక్ష్య కాలవ్యవధి యొక్క వర్గానికి కక్ష్య వ్యాసార్థం యొక్క ఘనానికి మధ్య స్థిర నిష్పత్తి ఉంటుంది.

మూడవ నియమం (1619 క్రీశ)

గురుడు

కుజుడు

భూమి

శుక్రుడు

బుధుడు

ఏమిటీ?

(వ్యాసార్థం)^3

(కాలం)^2

కెప్లరుకి సరళంగా చెప్పడం రాదు. ఇప్పుడు రెండు గ్రహాల ఆవర్తన కాలాలు T_1, T_2 అనుకుంటే, వ్యాసార్థాలు D_1, D_2 అనుకుంటే, అప్పుడు

D_1 T_1 D_2 T_2

$$\frac{D_1^3}{D_2^3} = \frac{T_1^2}{T_2^2}$$

ఇప్పుడు గ్రహగతుల్ని కచ్చితంగా లెక్క కట్టవచ్చు.

ఈ పుస్తకాన్ని రడాల్ఫ్ మహారాజుకి, టైకోబ్రాహేకి అంకితం చేస్తాను.

రడాల్ఫిన్ పట్టికలు 1627 క్రీశ

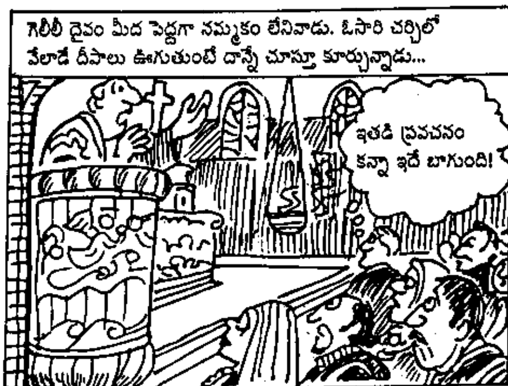
గ్రీకుల కాలం నుండి మనం చాలా దూరం వచ్చాం. ఖగోళం అంతా సక్రమంగానే ఉంది. గ్రహగతులు తెలిసాయి. కాని అసలు గ్రహాలు ఎందుకు కదుల్తాయి?

గతి నియమాల వైపు మొదటి మెట్టు వేసిన వాడు గెలీలియో గెలీలీ.

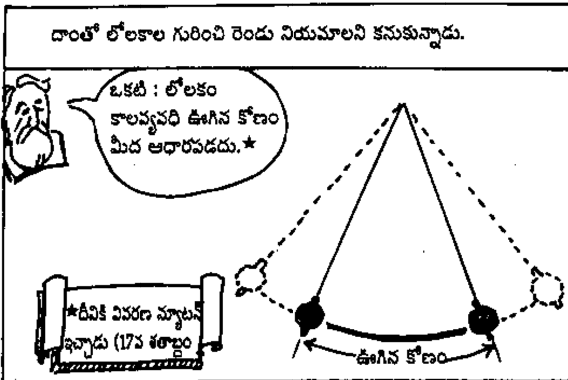
ఇదుగో! నన్ను పేరు పెట్టి పిలవడం మానేస్తావా?

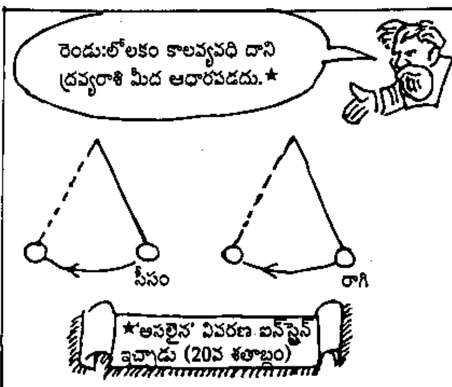
గెలీలియో గెలీలీ (1564-1642)

గెలీలీ దైవం మీద పెద్దగా నమ్మకం లేనివాడు. ఓసారి చర్చిలో వేలాడే దీపాలు ఊగుతుంటే దాన్నే చూస్తూ కూర్చున్నాడు...

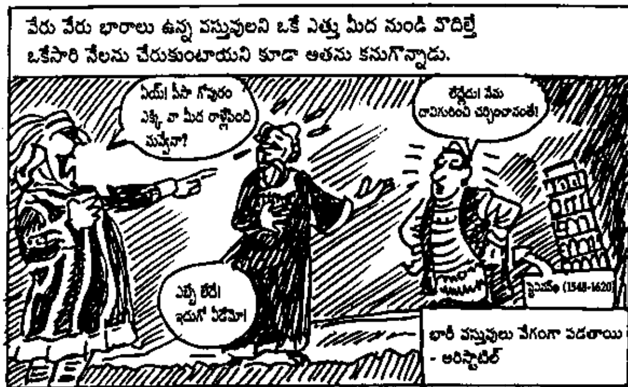


దాంతో లోలకాల గురించి రెండు నియమాలని కనుకున్నాడు.

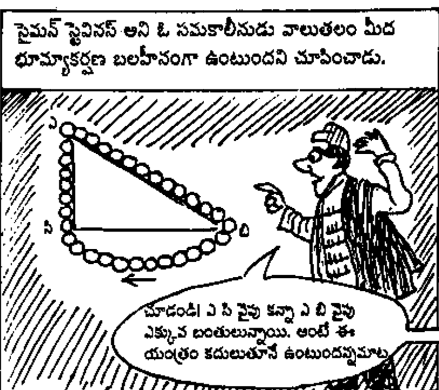




వేరు వేరు భారాలు ఉన్న వస్తువులని ఒకే ఎత్తు మీద నుండి వొదిల్తే ఒకేసారి నేలను చేరుకుంటాయని కూడా అతను కనుగొన్నాడు.

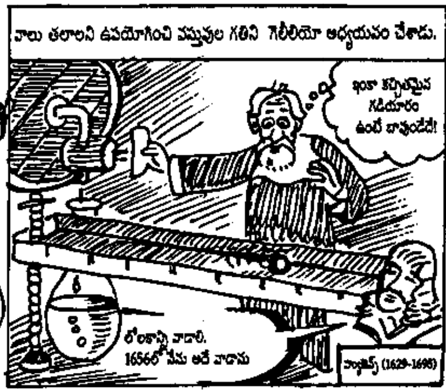


సైమన్ స్టెవినస్ అని ఓ సమకాలీనుడు వాలుతలం మీద భూమ్యాకర్షణ బలహీనంగా ఉంటుందని చూపించాడు.

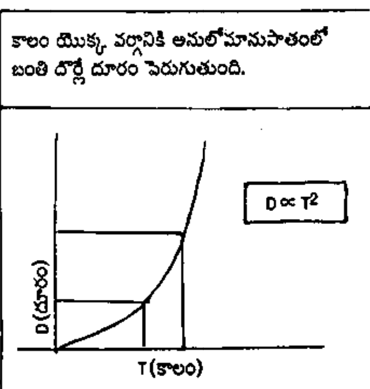




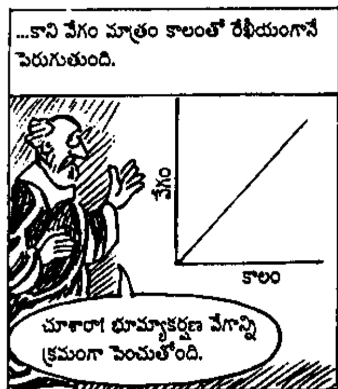
వాలు తలాలని ఉపయోగించి వస్తువుల గతిని గెలీలియో అధ్యయనం చేశాడు.

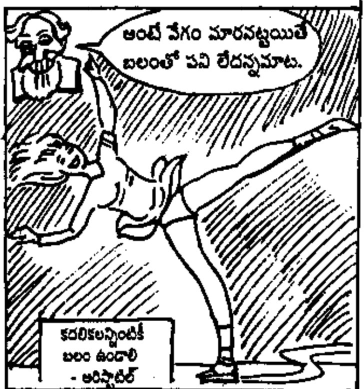


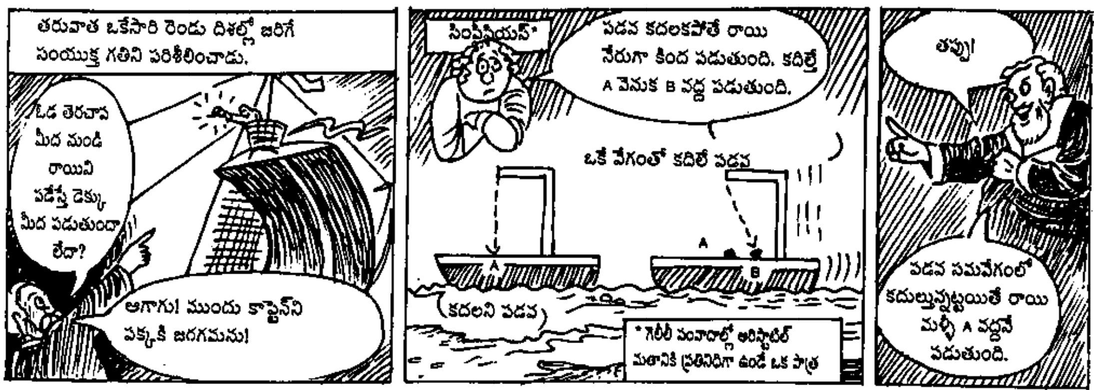
కాలం యొక్క వర్గానికి అనులోమానుపాతంలో బంతి దొర్లే దూరం పెరుగుతుంది.

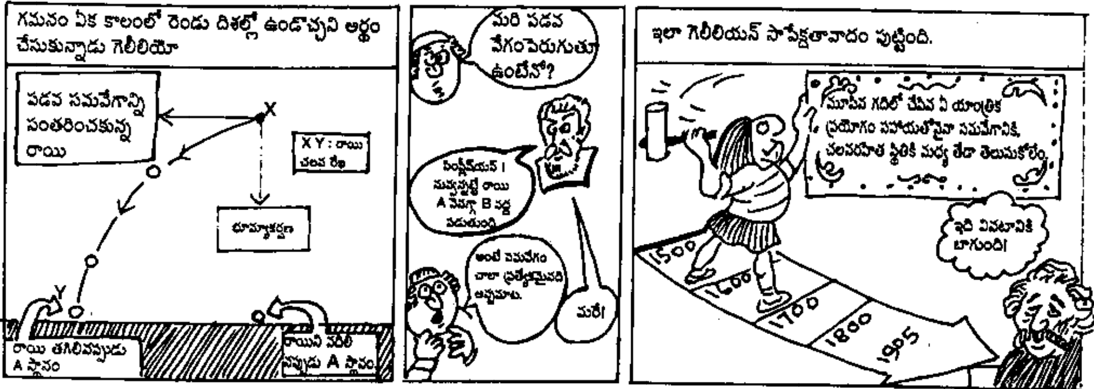


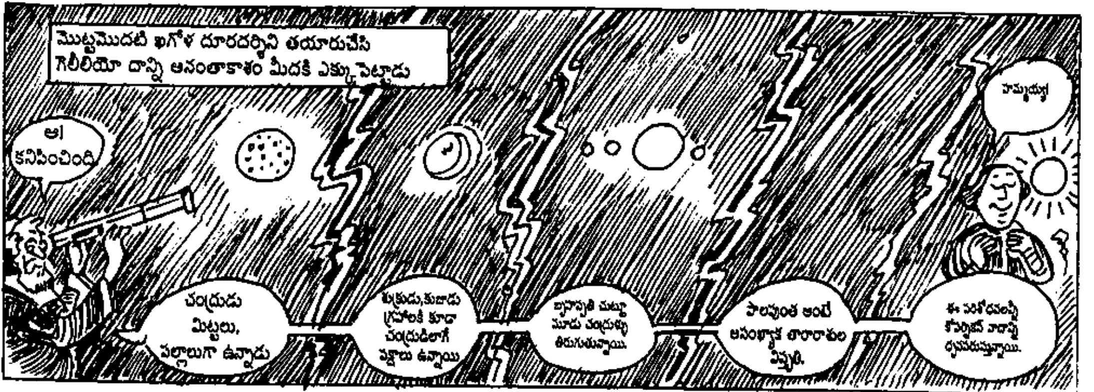
...కాని వేగం మాత్రం కాలంతో రేఖీయంగానే పెరుగుతుంది.

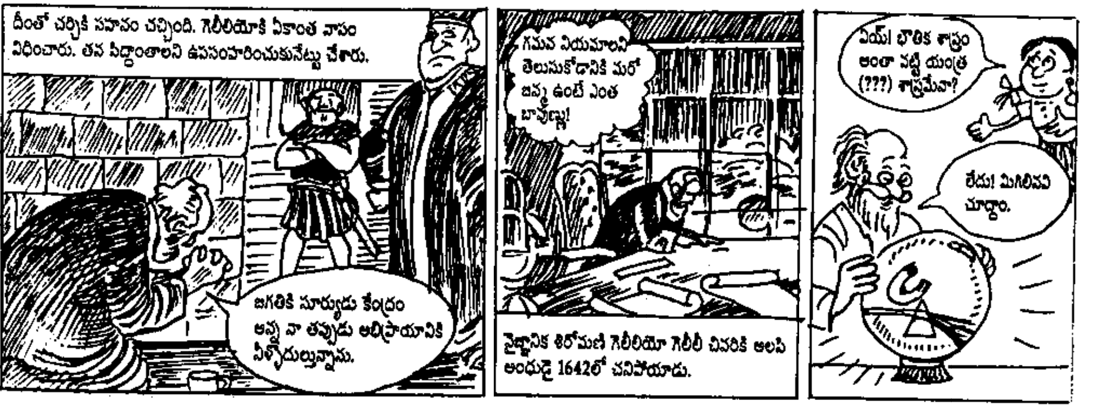





తరువాత ఒకేసారి రెండు దిశల్లో జరిగే సంయుక్త గతిని పరిశీలించాడు.
ఓడ తెరచాప మీద నుండి రాయిని పడేస్తే డెక్కు మీద పడుతుందా లేదా?
ఆగాగు! ముందు కెప్టెన్‌ని పక్కకి జరగమను!
సింప్లీసియస్*
పడవ కదలకపోతే రాయి నేరుగా కింద పడుతుంది. కదిల్తే A వెనుక B వద్ద పడుతుంది.
ఒకే వేగంతో కదిలే పడవ
A
B
కదలని పడవ
* గెలీలీ సంవాదాల్లో అరిస్టాటిల్ మతానికి ప్రతినిధిగా ఉండే ఒక పాత్ర
తప్పు!
పడవ సమవేగంలో కదులుతున్నట్లయితే రాయి మళ్ళీ A వద్దనే పడుతుంది.

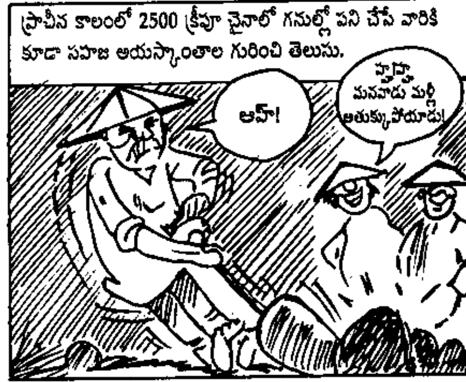

గమనం ఏక కాలంలో రెండు దిశల్లో ఉండొచ్చని అర్థం చేసుకున్నాడు గెలీలియో
పడవ సమవేగాన్ని సంతరించుకున్న రాయి
X
X Y : రాయి చలన రేఖ
భూమ్యాకర్షణ
Y
రాయి తగిలినప్పుడు A స్థానం
రాయిని వదిలినప్పుడు A స్థానం
మరి పడవ వేగం పెరుగుతూ ఉంటేనో?
సింప్లీసియస్! నువ్వన్నట్లే రాయి A వెనగ్గా B వద్ద పడుతుంది
అంటే సమవేగం చాలా ప్రత్యేకమైనది అన్నమాట.
మరే!
ఇలా గెలీలియన్ సాపేక్షతావాదం పుట్టింది.
మూసిన గదిలో చేసిన ఏ యాంత్రిక ప్రయోగం సహాయంతోనైనా సమవేగానికి, చలనరహిత స్థితికి మధ్య తేడా తెలుసుకోలేం.
ఇది వినటానికి బాగుంది!
1500
1600
1700
1800
1905


మొట్టమొదటి ఖగోళ దూరదర్శిని తయారుచేసి గెలీలియో దాన్ని ఆనంతాకాశం మీదకి ఎక్కుపెట్టాడు
ఆ! కనిపించింది
చంద్రుడు మిట్టలు, పల్లాలుగా ఉన్నాడు
శుక్రుడు,కుజుడు గ్రహాలకి కూడా చంద్రుడిలాగే పక్షాలు ఉన్నాయి
బృహస్పతి చుట్టూ మూడు చంద్రుళ్ళు తిరుగుతున్నాయి.
పాలపుంత అంటే అసంఖ్యాక తారారాశుల సమ్మతి.
ఈ పరిశోధనల్నీ కోపర్నికస్ వాదాన్ని ధృవపరుస్తున్నాయి.
హమ్మయ్య

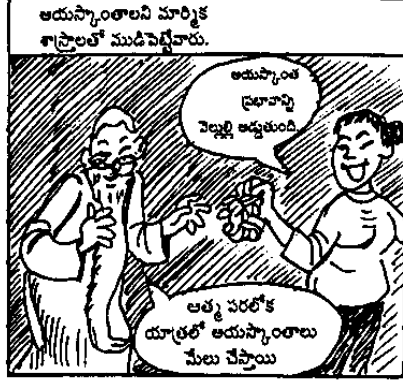

దీంతో చర్చికి సహనం చచ్చింది. గెలీలియోకి ఏకాంత వాసం విధించారు. తన సిద్ధాంతాలని ఉపసంహరించుకునేట్టు చేశారు.
జగతికి సూర్యుడు కేంద్రం అన్న నా తప్పుడు అభిప్రాయానికి పశ్చాత్తాపపడుతున్నాను.
గమన నియమాలని తెలుసుకోడానికి మరో జన్మ ఉంటే ఎంత బావుణ్ణు!
వైజ్ఞానిక శిరోమణి గెలీలియో గెలీలీ చివరికి అలసి అంధుడై 1642లో చనిపోయాడు.
ఏయ్! భౌతిక శాస్త్రం అంతా పట్టి యంత్ర (???) శాస్త్రమేనా?
లేదు! మిగిలినవి చూద్దాం.

యంత్ర శాస్త్రం
ఆ విధంగా ముందుకు
దూసుకుపోతుంటే,
అయస్కాంత శాస్త్రం,
కాంతి శాస్త్రం నత్తనడక
నడుస్తున్నాయి...

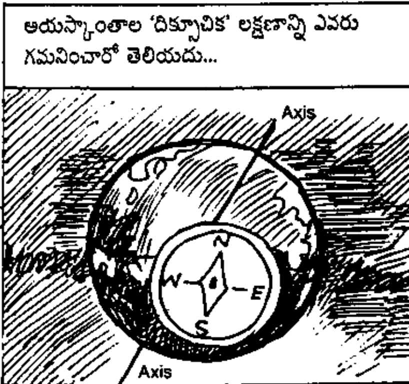
ప్రాచీన కాలంలో 2500 క్రీపూ చైనాలో గనుల్లో పని చేసే వారికి కూడా సహజ అయస్కాంతాల గురించి తెలుసు.



అయస్కాంతాలని మార్మిక శాస్త్రాలతో ముడిపెట్టేవారు.



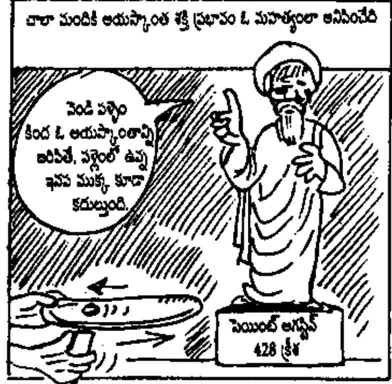
అయస్కాంతాల 'దిక్సూచిక' లక్షణాన్ని ఎవరు గమనించారో తెలియదు...



కాని ఇంచు మించు 900 క్రీపూ నుండి కూడా సముద్ర యానంలో అయస్కాంత దిక్సూచులని వాడేవారు.

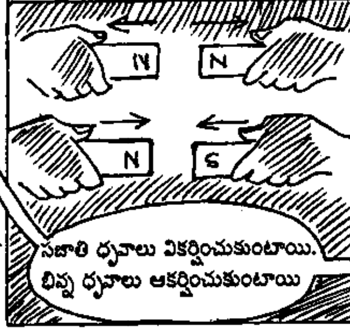


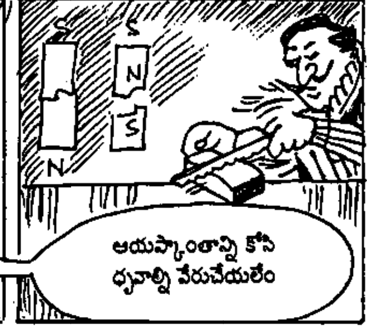
చాలా మందికి అయస్కాంత శక్తి ప్రభావం ఓ మహత్యంలా అనిపించేది



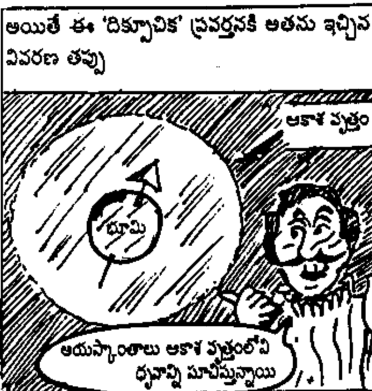
మొట్టమొదట అయస్కాంతాలతో పెరెగ్రినస్ అని ఓ ఫ్రెంచ్ ఇంజనీరు ఎన్నో ప్రయోగాలు చేసి ఎన్నో ఆసక్తికరమైన విషయాలు కనుక్కున్నాడు.







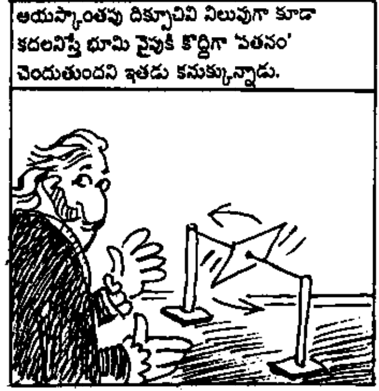
అయితే ఈ 'దిక్సూచిక' ప్రవర్తనకి అతను ఇచ్చిన వివరణ తప్పు



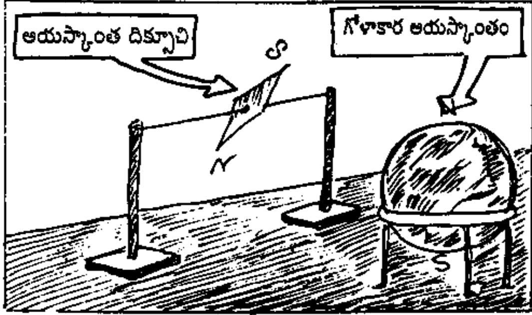
విలియమ్ గిల్బర్ట్ వచ్చిందాక (1544-1603) ఆ భావనలో మార్పు లేదు.



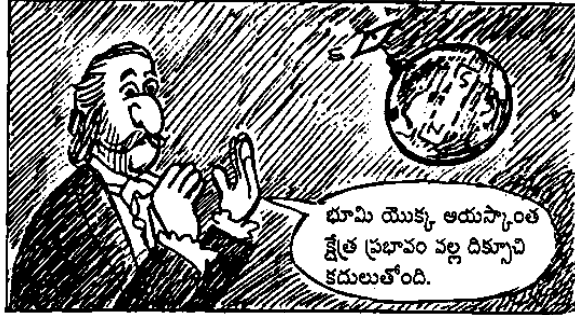
అయస్కాంతపు దిక్సూచిని నిలువుగా కూడా కదలనిస్తే భూమి వైపుకి కొద్దిగా 'పతనం' చెందుతుందని ఇతడు కనుక్కున్నాడు.



అయస్కాంత దిక్సూచిని గోళాకార అయస్కాంతం దగ్గర పెట్టినప్పుడు అలాంటి 'పతన'మే జరిగింది.



దీంతో గిల్బర్ట్‌కి భూమి ఓ పెద్ద గోళాకార అయస్కాంతం కావచ్చని స్ఫురించింది!

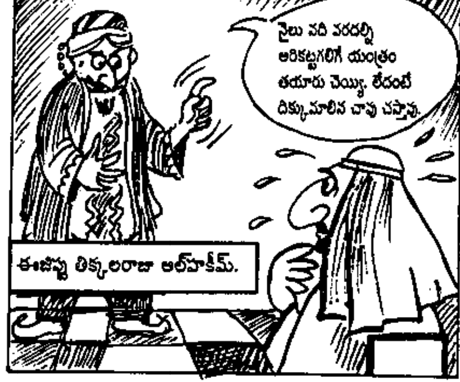


సీమగుగ్గిలాన్ని రుద్దితే చిన్న ఎండు గడ్డి ముక్కల్ని ఆకర్షిస్తుందన్న విషయం గ్రీకుల కాలం నుండి తెలుసు

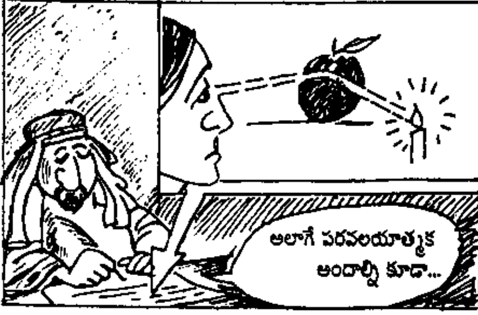


ఇదే పరిణతి ఎన్నో పదార్థాల్లో కలుగుతుందని కనుక్కున్నాడు గిల్బర్ట్. వాటన్నిటికీ ఉమ్మడిగా 'ఎలక్ట్రిక్' అని పేరు పెట్టాడు

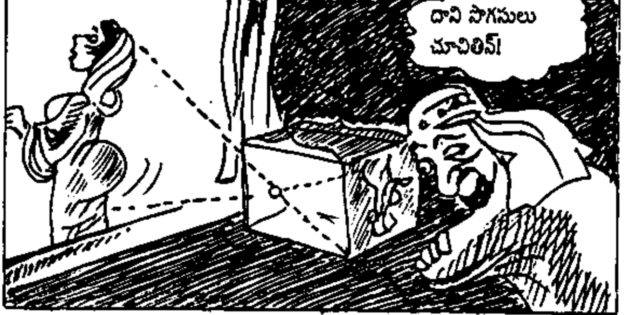
భౌతిక శాస్త్రంలో అభివృద్ధి చెందిన మరో విభాగం కాంతి శాస్త్రం. అల్ హాజెన్ (క్రీ.శ. 965-1039) ఎన్నో విషయాలు కనుగొన్నాడు.



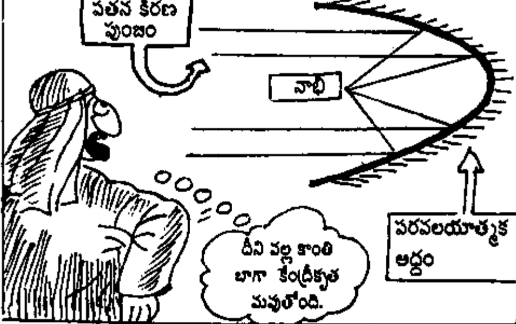
అల్-హాజెన్ పిచ్చి వాడిలా నటిస్తూ రహస్యంగా తన ప్రయోగాలు చేసుకునేవాడు.



సూది బెజ్జం కెమేరాని కూడా ఇతడే తయారు చేశాడు.

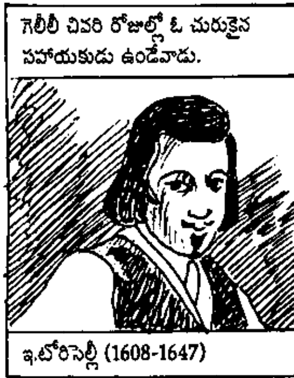


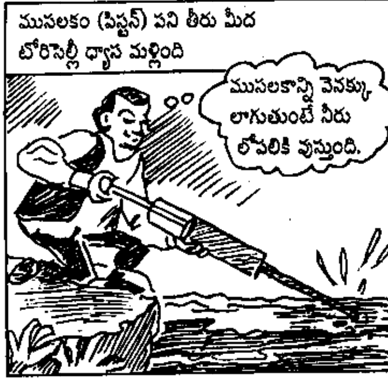
వస్తువుల నుండి వికిరణం చెందిన కాంతి వల్ల మనం చూడగల్గుతాం. కళ్లు కాంతిని వెలువరించవు.

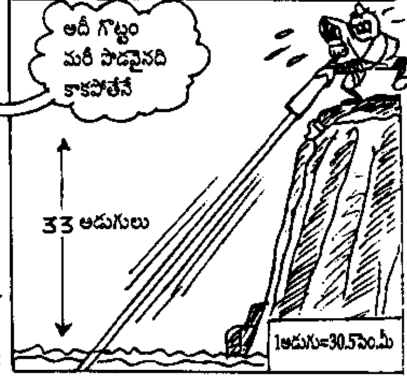


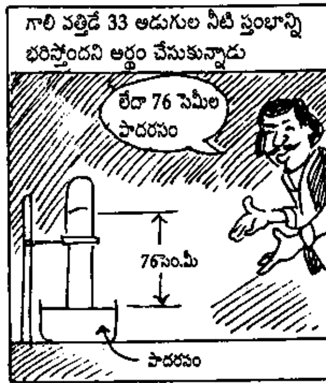
అల్-హాజెన్ కాంతి పరావర్తన, వక్రీభవనాల గురించి తెలుసుకున్నాడు గాని దూరదర్శినిని తయారు చెయ్యలేదు.

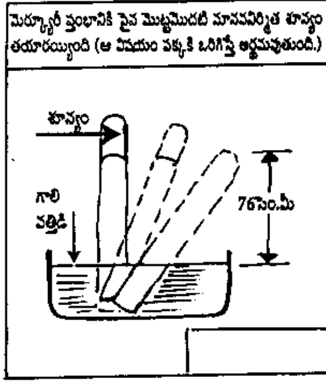


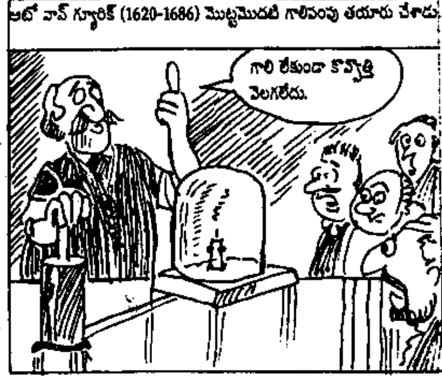

గెలీలీ చివరి రోజుల్లో ఓ చురుకైన సహాయకుడు ఉండేవాడు.
ఇ.టోరిసెల్లీ (1608-1647)

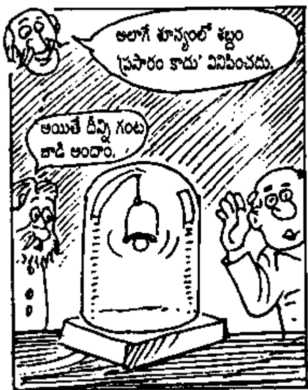

ముసలకం (పిస్టన్) పని తీరు మీద టోరిసెల్లీ ధ్యాస మళ్లింది
ముసలకాన్ని వెనక్కు లాగుతుంటే నీరు లోపలికి వస్తుంది.

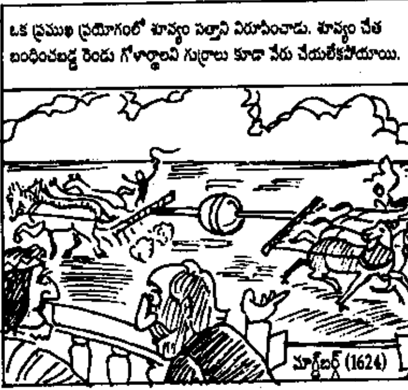

అదీ గొట్టం మరీ పొడవైనది కాకపోతేనే
33 అడుగులు
1అడుగు=30.5సెం.మీ

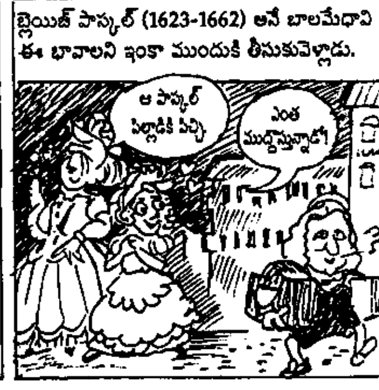

గాలి వత్తిడే 33 అడుగుల నీటి స్తంభాన్ని భరిస్తోందని అర్థం చేసుకున్నాడు
లేదా 76 సెమీల పాదరసం
76సెం.మీ
పాదరసం


మెర్క్యూరీ స్తంభానికి పైన మొట్టమొదటి మానవనిర్మిత శూన్యం తయారయ్యింది (ఆ విషయం పక్కకి ఒరిగిస్తే అర్థమవుతుంది.)
శూన్యం
గాలి వత్తిడి
76సెం.మీ

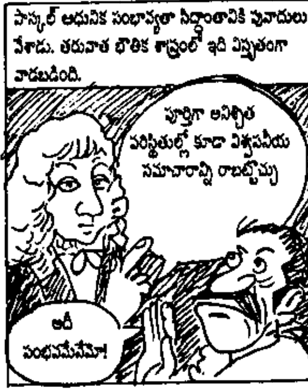

ఆటో వాన్ గ్యూరిక్ (1620-1686) మొట్టమొదటి గాలిపంపు తయారు చేశాడు.
గాలి లేకుండా కొవ్వొత్తి వెలగలేదు.

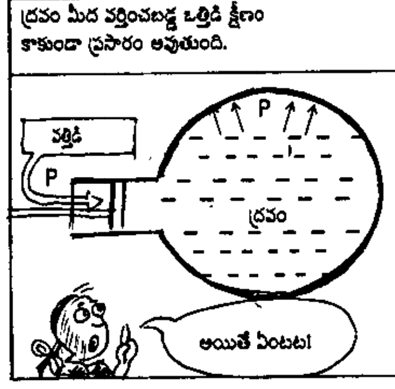

అలాగే శూన్యంలో శబ్దం 'ప్రసారం కాదు' వినిపించదు.
అయితే దీన్ని గంట జాడి అందాం.

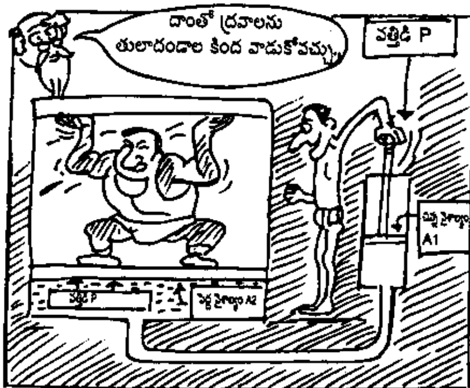

ఒక ప్రముఖ ప్రయోగంలో శూన్యం సత్తాని నిరూపించాడు. శూన్యం చేత బంధించబడ్డ రెండు గోళార్థాలని గుర్రాలు కూడా వేరు చేయలేకపోయాయి.
మాగ్డేబర్గ్ (1624)

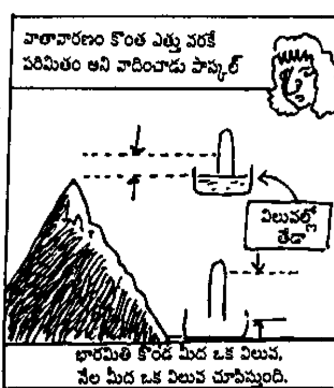

బ్లైయిజ్ పాస్కల్ (1623-1662) అనే బాలమేధావి ఈ భావాలని ఇంకా ముందుకి తీసుకువెళ్లాడు.
ఆ పాస్కల్ పిల్లాడికి పిచ్చి.
ఎంత ముద్దొస్తున్నాడో!

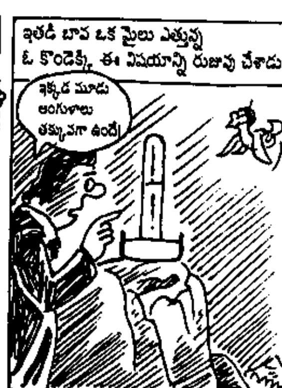

మామూలు మీసాల 16 ఏళ్లకే శంకు పరిచ్ఛేదాల మీద గ్రంథం రాశాడు. 19వ ఏట మొట్టమొదటి గణన యంత్రం కనిపెట్టాడు
వావ్వా చూడు! ఈ యంత్రం లెక్కలు చేస్తుంది.
కొంచెం పిచ్చిగాని పనికొస్తాడు.

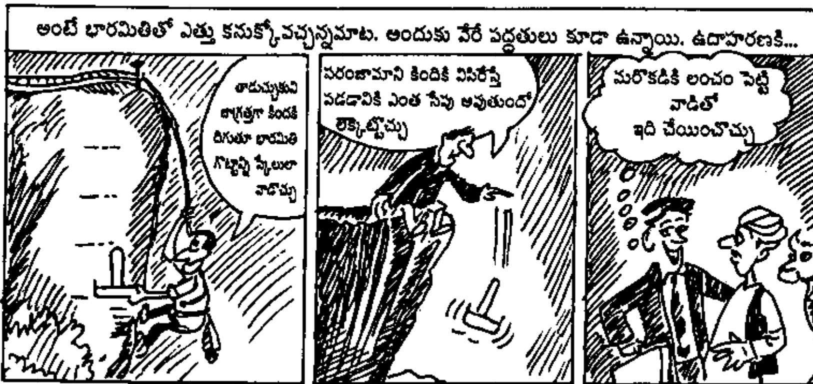

పాస్కల్ ఆధునిక సంభావ్యతా సిద్ధాంతానికి పునాదులు వేశాడు. తరువాత భౌతిక శాస్త్రంలో ఇది విస్తృతంగా వాడబడింది.
పూర్తిగా అనిశ్చిత పరిస్థితుల్లో కూడా విశ్వసనీయ సమాచారాన్ని రాబట్టొచ్చు
అది సంభవమేనేమో!


ద్రవం మీద వర్తించబడ్డ ఒత్తిడి క్షీణం కాకుండా ప్రసారం అవుతుంది.
వత్తిడి
P
P
ద్రవం
అయితే ఏంటట!


దాంతో ద్రవాలను తులాదండాల కింద వాడుకోవచ్చు.
వత్తిడి P
A1

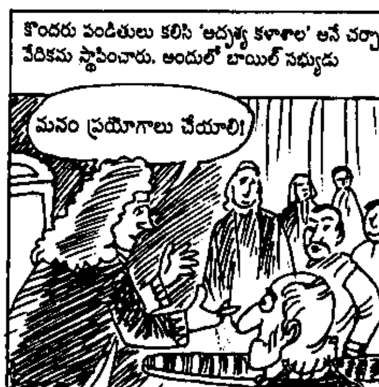

వాతావరణం కొంత ఎత్తు వరకే పరిమితం అని వాదించాడు పాస్కల్
విలువల్లో తేడా
భారమితి కొండ మీద ఒక విలువ, నేల మీద ఒక విలువ చూపిస్తుంది.

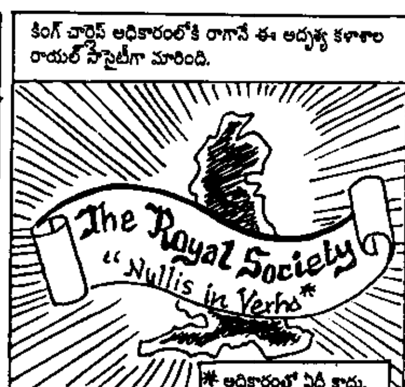

ఇతడి బావ ఒక మైలు ఎత్తున్న ఓ కొండెక్కి, ఈ విషయాన్ని రుజువు చేశాడు.
ఇక్కడ మూడు అంగుళాలు తక్కువగా ఉంది!

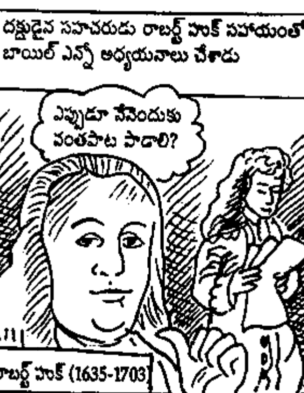

అంటే భారమితితో ఎత్తు కనుక్కోవచ్చన్నమాట. అందుకు వేరే పద్ధతులు కూడా ఉన్నాయి. ఉదాహరణకి...
తాడుపట్టుకుని జాగ్రత్తగా కిందకి దిగుతూ భారమితి గొట్టాన్ని స్కేలులా వాడొచ్చు
పరంజామాని కిందికి విసిరేస్తే పడడానికి ఎంత సేపు అవుతుందో లెక్కట్టొచ్చు
మరొకడికి లంచం పెట్టి వాడితో ఇది చేయించొచ్చు

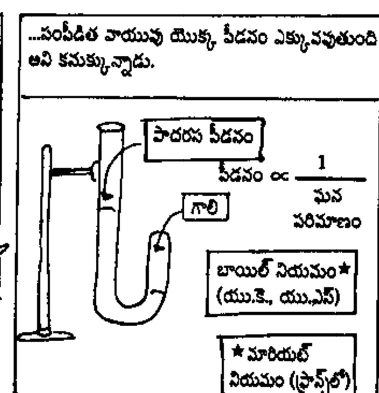

పీడనం విషయంలో తదుపరి పెద్ద మెట్టు వేసినవాడు...
రాబర్ట్ బాయిల్ (1627-1691)

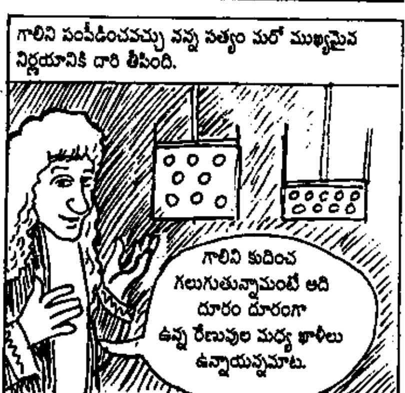

ఇంగ్లీష్ అంతర్యుద్ధం ముగియగానే...

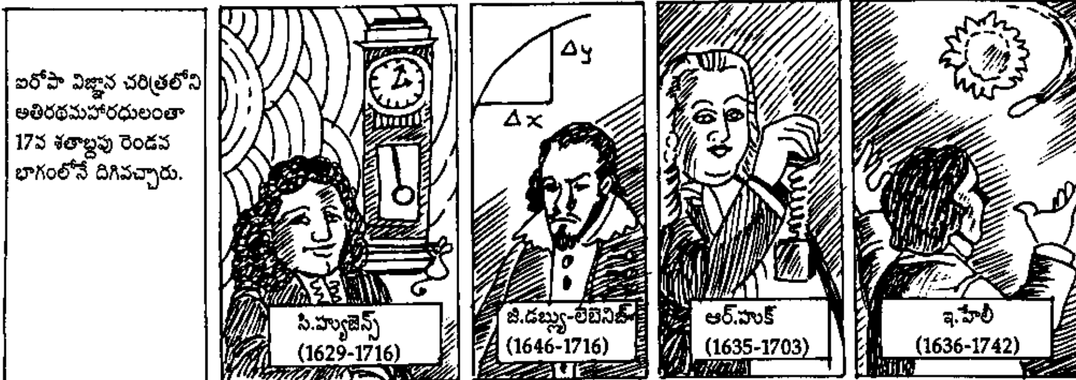

కొందరు పండితులు కలిసి 'అదృశ్య కళాశాల' అనే చర్చా వేదికను స్థాపించారు. అందులో బాయిల్ సభ్యుడు
మనం ప్రయోగాలు చేయాలి!

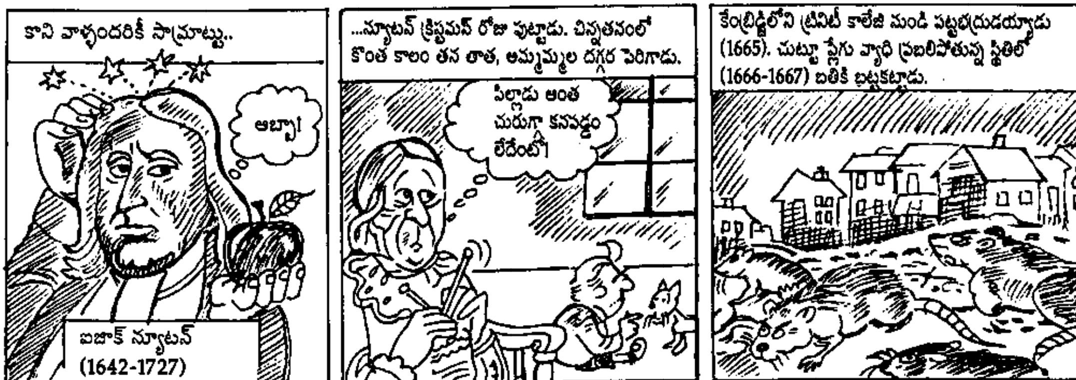

కింగ్ చార్లెస్ అధికారంలోకి రాగానే ఈ అదృశ్య కళాశాల రాయల్ సొసైటీగా మారింది.
The Royal Society
"Nullis in Verbo*
* అధికారంతో ఏదీ కాదు.

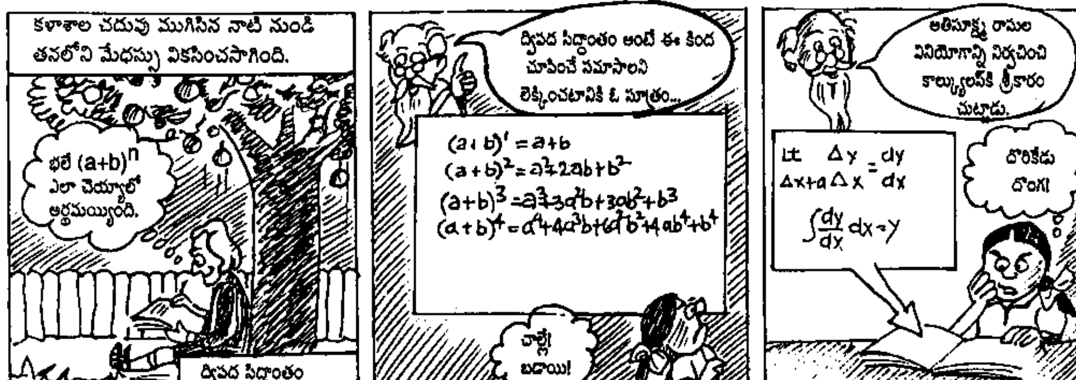

దక్షుడైన సహచరుడు రాబర్ట్ హుక్ సహాయంతో, బాయిల్ ఎన్నో అధ్యయనాలు చేశాడు
ఎప్పుడూ నేనెందుకు వంతపాట పాడాలి?
రాబర్ట్ హుక్ (1635-1703)

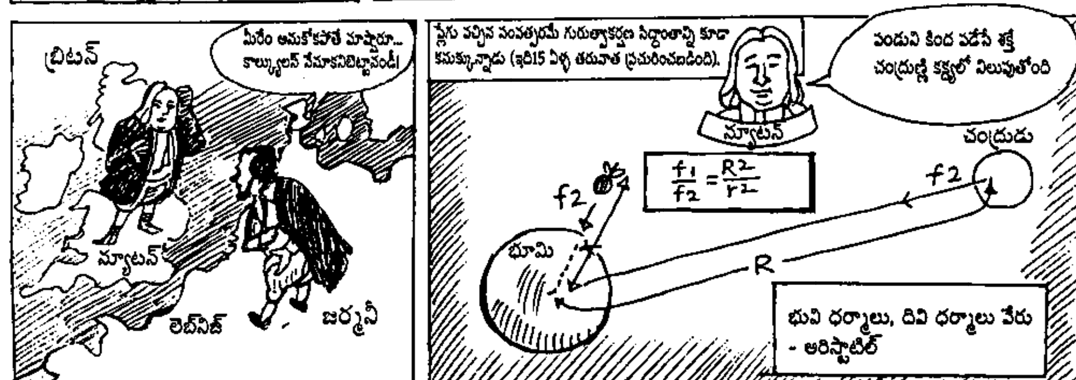

...సంపీడిత వాయువు యొక్క పీడనం ఎక్కువవుతుంది అని కనుక్కున్నాడు.
పాదరస పీడనం
పీడనం ∝ 1 / ఘన పరిమాణం
గాలి
బాయిల్ నియమం★ (యు.కె., యు.ఎస్)
★ మారియట్ నియమం (ఫ్రాన్స్‌లో)

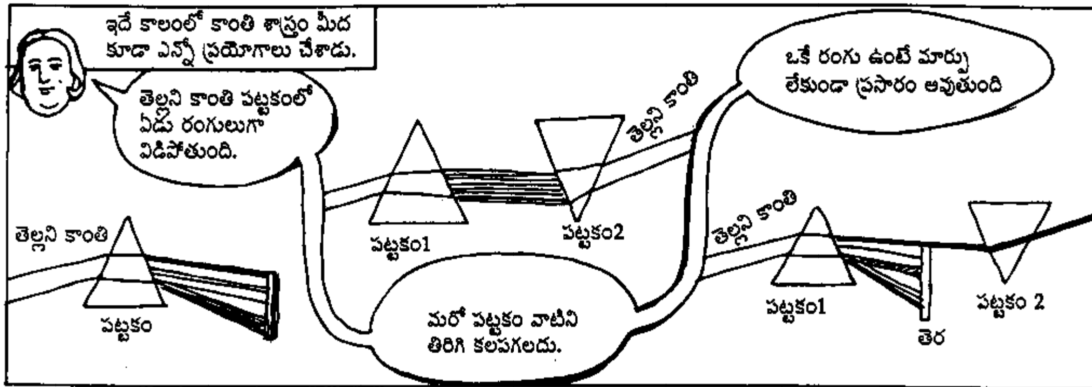

గాలిని సంపీడించవచ్చు నన్న సత్యం మరో ముఖ్యమైన నిర్ణయానికి దారి తీసింది.
గాలిని కుదించ గలుగుతున్నామంటే అది దూరం దూరంగా ఉన్న రేణువుల మధ్య ఖాళీలు ఉన్నాయన్నమాట.

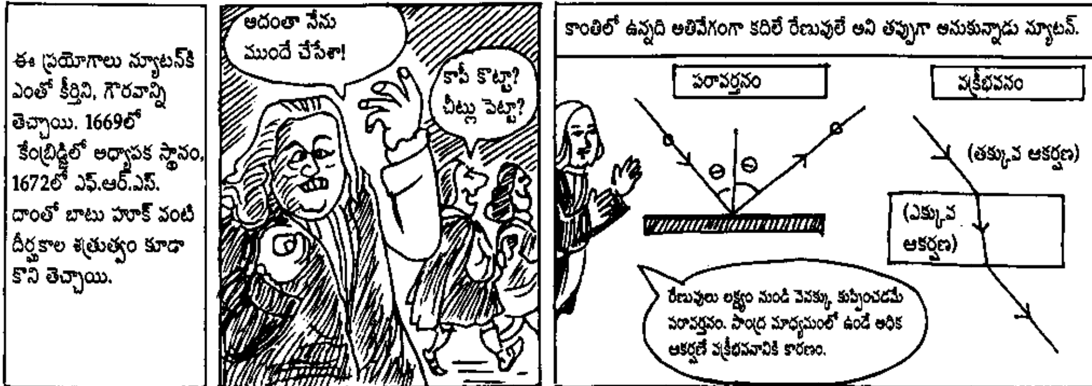

ఐరోపా విజ్ఞాన చరిత్రలోని
అతిరథమహారథులంతా
17వ శతాబ్దపు రెండవ
భాగంలోనే దిగివచ్చారు.
Δy
Δx
సి.హ్యూజెన్స్
(1629-1716)
జి.డబ్ల్యు-లెబెనిజ్
(1646-1716)
ఆర్.హుక్
(1635-1703)
ఇ.హేలీ
(1636-1742)

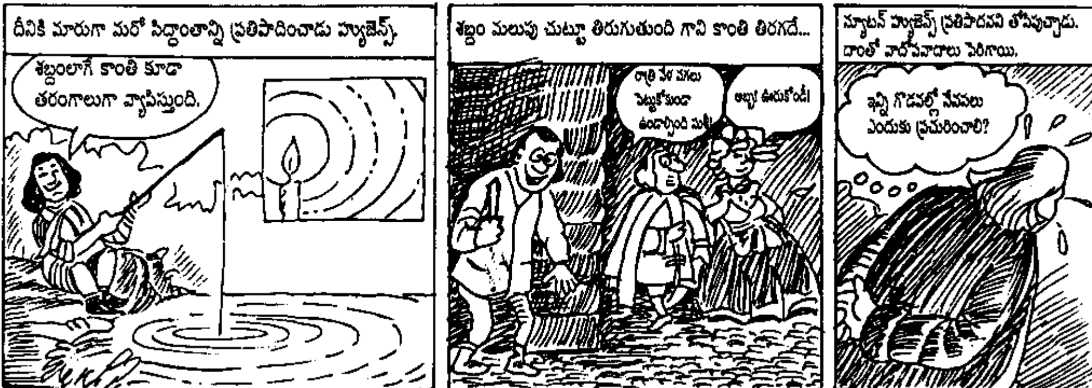

కాని వాళ్ళందరికీ సామ్రాట్టు..
అబ్బా!
ఐజాక్ న్యూటన్
(1642-1727)
...న్యూటన్ క్రిస్టమస్ రోజు పుట్టాడు. చిన్నతనంలో
కొంత కాలం తన తాత, అమ్మమ్మల దగ్గర పెరిగాడు.
పిల్లాడు అంత
చురుగ్గా కనపడ్డం
లేదేంటో
కేంబ్రిడ్జిలోని ట్రినిటీ కాలేజి నుండి పట్టభద్రుడయ్యాడు
(1665). చుట్టూ ప్లేగు వ్యాధి ప్రబలిపోతున్న స్థితిలో
(1666-1667) బతికి బట్టకట్టాడు.

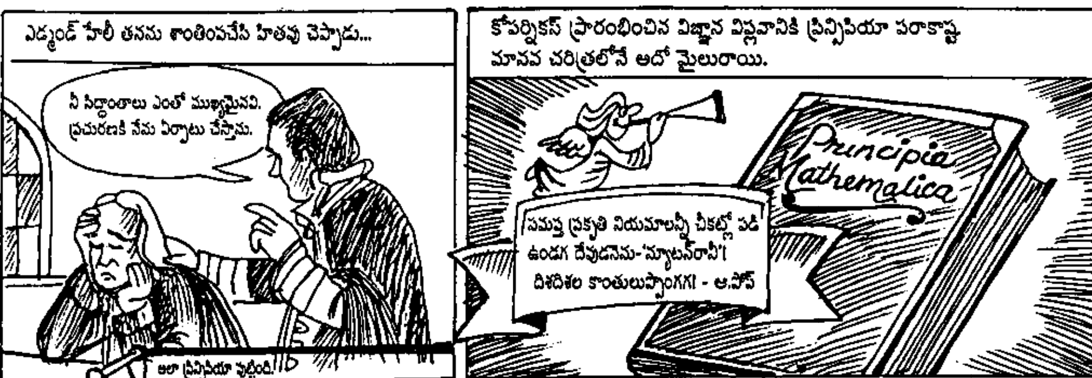

కళాశాల చదువు ముగిసిన నాటి నుండి
తనలోని మేధస్సు వికసించసాగింది.
భలే (a+b)ⁿ
ఎలా చెయ్యాలో
అర్థమయ్యింది.
ద్విపద సిద్ధాంతం
ద్విపద సిద్ధాంతం అంటే ఈ కింద
చూపించే సమాసాలని
లెక్కించటానికి ఓ సూత్రం...
(a+b)¹ = a+b
(a+b)² = a²+2ab+b²
(a+b)³ = a³+3a²b+3ab²+b³
(a+b)⁴ = a⁴+4a³b+6a²b²+4ab³+b⁴
చాల్లే!
బడాయి!
అతిసూక్ష్మ రాశుల
వినియోగాన్ని నిర్వచించి
కాల్క్యులస్‌కి శ్రీకారం
చుట్టాడు.
Lt Δx→0 Δy/Δx = dy/dx
∫ dy/dx dx = y
దొరికేడు
దొంగ!


బ్రిటన్
మీరేం అనుకోకపోతే మాస్టారూ...
కాల్క్యులస్ నేనూకనిబెట్టానండీ!
న్యూటన్
లెబ్‌నిజ్
జర్మనీ
ప్లేగు వచ్చిన సంవత్సరమే గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతాన్ని కూడా
కనుక్కున్నాడు (ఇది15 ఏళ్ళ తరువాత ప్రచురించబడింది).
పండుని కింద పడేసే శక్తే
చంద్రుణ్ణి కక్ష్యలో నిలుపుతోంది
న్యూటన్
చంద్రుడు
f1/f2 = R²/r²
f2
f2
భూమి
R
భువి ధర్మాలు, దివి ధర్మాలు వేరు
- అరిస్టాటిల్


ఇదే కాలంలో కాంతి శాస్త్రం మీద కూడా ఎన్నో ప్రయోగాలు చేశాడు.
తెల్లని కాంతి పట్టకంలో ఏడు రంగులుగా విడిపోతుంది.
తెల్లని కాంతి
పట్టకం
పట్టకం1
పట్టకం2
తెల్లని కాంతి
మరో పట్టకం వాటిని తిరిగి కలపగలదు.
ఒకే రంగు ఉంటే మార్పు లేకుండా ప్రసారం అవుతుంది
తెల్లని కాంతి
పట్టకం1
తెర
పట్టకం 2


ఈ ప్రయోగాలు న్యూటన్‌కి ఎంతో కీర్తిని, గౌరవాన్ని తెచ్చాయి. 1669లో కేంబ్రిడ్జిలో అధ్యాపక స్థానం, 1672లో ఎఫ్.ఆర్.ఎస్. దాంతో బాటు హుక్ వంటి దీర్ఘకాల శత్రుత్వం కూడా కొని తెచ్చాయి.
అదంతా నేను ముందే చేసేశా!
కాపీ కొట్టా? చీట్లు పెట్టా?
కాంతిలో ఉన్నది అతివేగంగా కదిలే రేణువులే అని తప్పుగా అనుకున్నాడు న్యూటన్.
పరావర్తనం
వక్రీభవనం
(తక్కువ ఆకర్షణ)
(ఎక్కువ ఆకర్షణ)
రేణువులు లక్ష్యం నుండి వెనక్కు కుప్పించడమే పరావర్తనం. సాంద్ర మాధ్యమంలో ఉండే అధిక ఆకర్షణే వక్రీభవనానికి కారణం.


దీనికి మారుగా మరో సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించాడు హ్యూజెన్స్.
శబ్దంలాగే కాంతి కూడా తరంగాలుగా వ్యాపిస్తుంది.
శబ్దం మలుపు చుట్టూ తిరుగుతుంది గాని కాంతి తిరగదే...
రాత్రి వేళ పనులు పెట్టుకోకుండా ఉండాల్సింది మళ్ళీ!
అబ్బ! ఊరుకోండీ!
న్యూటన్ హ్యూజెన్స్ ప్రతిపాదనని తోసిపుచ్చాడు. దాంతో వాదోపవాదాలు పెరిగాయి.
ఇన్ని గొడవల్లో నేనులు ఎందుకు ప్రచురించాలి?


ఎడ్మండ్ హేలీ తనను శాంతింపచేసి హితవు చెప్పాడు...
నీ సిద్ధాంతాలు ఎంతో ముఖ్యమైనవి. ప్రచురణకి నేను ఏర్పాటు చేస్తాను.
అలా ప్రిన్సిపియా పుట్టింది!
కోపర్నికస్ ప్రారంభించిన విజ్ఞాన విప్లవానికి ప్రిన్సిపియా పరాకాష్ఠ మానవ చరిత్రలోనే అదో మైలురాయి.
Principia Mathematica
సమస్త ప్రకృతి నియమాలన్నీ చీకట్లో పడి ఉండగ దేవుడనెను-'న్యూటన్‌రావే'! దిశదిశల కాంతులుప్పొంగగ! - ఆ.పోప్

"ప్రకృతి ధర్మాలని వర్ణించే గణిత సూత్రాలు" అనబడే గ్రంధంలో న్యూటన్ ఒక యాంత్రికమైన విశ్వాన్ని సమగ్రంగా సూత్రీకరించాడు.

గెలీలీ ఊహించిన గతినియమాలకి స్థిర రూపం ఇచ్చాడు.

గుర్రర్రర

అచల స్థితిలోగాని, సమగమన స్థితిలో గాని ఉన్న వస్తువు బాహ్య శక్తుల ప్రభావం చేత తప్ప అదే స్థితిలో ఎప్పటికీ ఉంటుంది.

రెండవ నియమం
త్వరణం = బలం/ద్రవ్యరాశి

ఇప్పటికే ఆలస్యమైంది

ఇక ప్రసిద్ధి గాంచిన మూడవ నియమం...

ప్రతీ చర్యకి తత్సమానమైన వ్యతిరేక ప్రతిచర్య ఉంటుంది.

...దాంతో పాటు వచ్చిన ఎన్నో చిక్కులు...

బండిని నేను ఎంత బలంగా లాగుతానో, బండి కూడా నన్ను అంతే బలంగా వెనక్కి లాగితే బండి ఎలా కదుల్తుంది?

తన అసమాన కుశాగ్రబుద్ధితో పరిశీలించి విశ్వంలో ఏ రెండు వస్తువుల మధ్యనైనా గురుత్వాకర్షణ ఉంటుందని ప్రతిపాదించాడు.

m_1 m_2 BUS STOP

d

$F = G\frac{m_1 m_2}{d^2}$

గ్రహగతులని శాసించే కెప్లరు నియమాలన్నీ క్రమబద్ధంగా నిరూపించి విశ్వగతులకి ఇప్పుడు న్యూటన్ నిర్వచనం చెప్పాడు.

గురుడు

బుధుడు

శుక్రుడు

భూమి

సూర్యుడు d_1 m_1 చంద్రుడు d_2 భూమి m_2

చంద్రుడి గతిలో అవకతవకలకి...

పగలు-రాత్రి సమానం

భూమి

.... భూమి నడకలో "తడబాటు"కి కారణం కనుక్కున్నాడు.

న్యూటన్ బోధించిన యాంత్రికమైన విశ్వదర్శనం యొక్క ప్రభావం శాస్త్రజ్ఞుల మీద ఎంతో కాలం ఉండిపోయింది.

కాంతి శాస్త్రంలో....

కాంతి రేణువులు గతి నియమాలని అనుసరిస్తాయి.

న్యూటన్

ఉష్ణగతిశాస్త్రంలో....

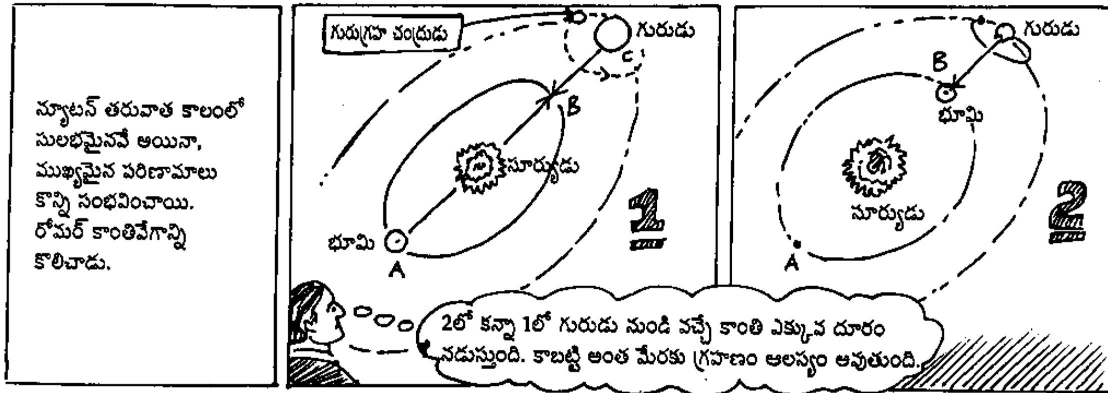
ఉష్ణం కూడా ఒక విధమైన చలనమే..

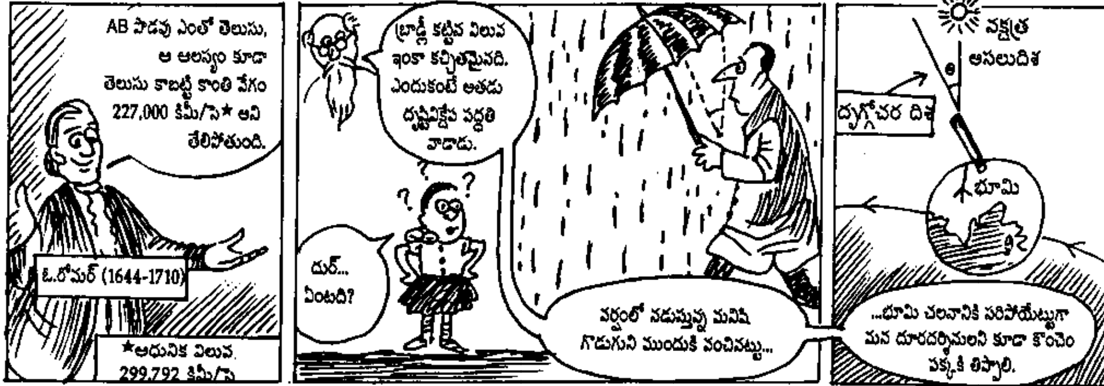
ఎల్.బోల్ట్స్‌మాన్
(1844-1906)

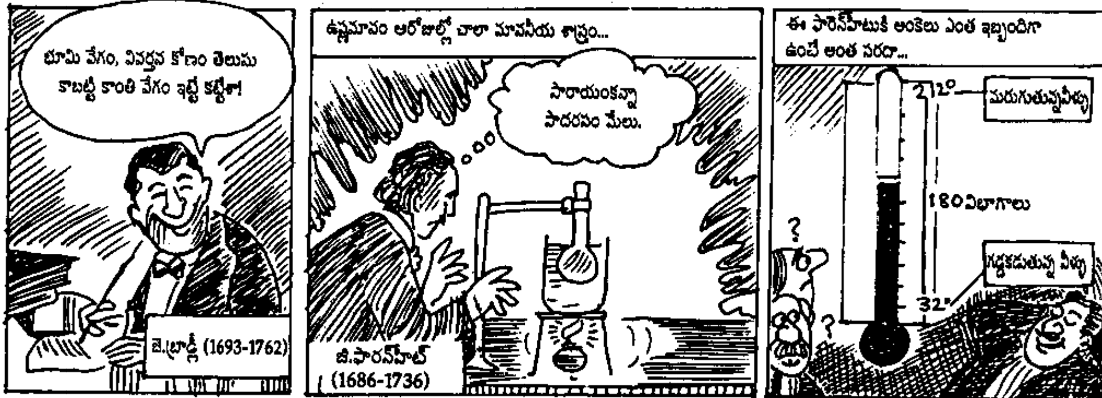
విద్యుదయస్కాంత శాస్త్రంలో...

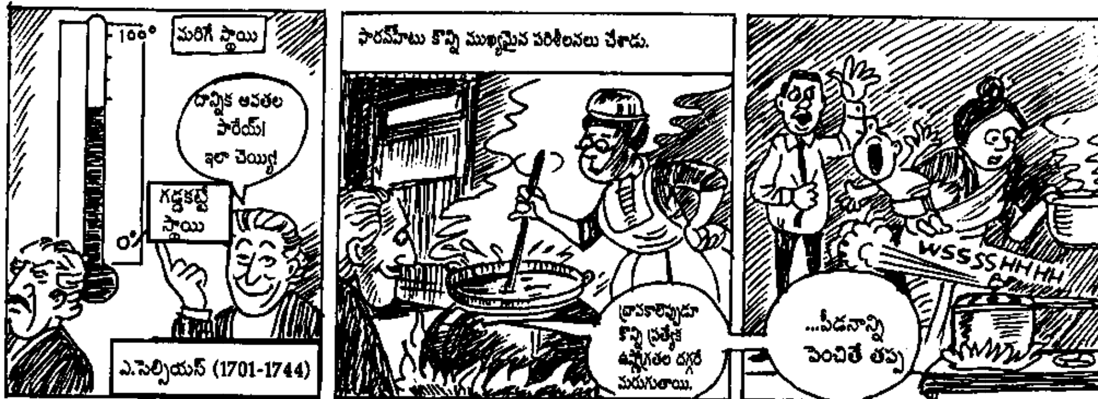
విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు కూడా ఈథరులోని యాంత్రిక ప్రకంపనాలే.

జె.సి.మాక్స్‌వెల్
1831-1879

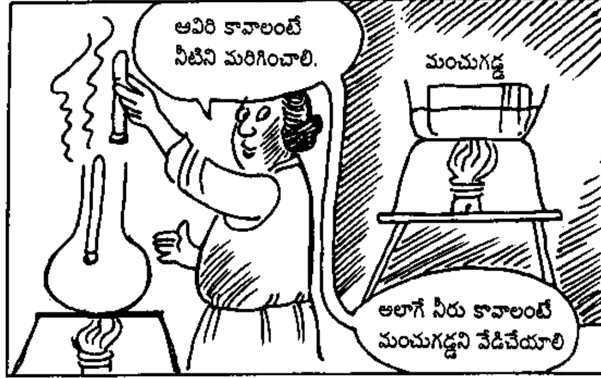

న్యూటన్ తరువాత కాలంలో సులభమైనవే అయినా, ముఖ్యమైన పరిణామాలు కొన్ని సంభవించాయి. రోమర్ కాంతివేగాన్ని కొలిచాడు.
గురుగ్రహ చంద్రుడు
గురుడు
C
B
సూర్యుడు
భూమి
A
1
గురుడు
B
భూమి
సూర్యుడు
A
2
2లో కన్నా 1లో గురుడు నుండి వచ్చే కాంతి ఎక్కువ దూరం నడుస్తుంది. కాబట్టి అంత మేరకు గ్రహణం ఆలస్యం అవుతుంది.

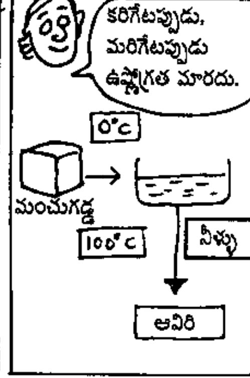

AB పొడవు ఎంతో తెలుసు, ఆ ఆలస్యం కూడా తెలుసు కాబట్టి కాంతి వేగం 227,000 కిమీ/సె★ అని తేలిపోతుంది.
ఓ.రోమర్ (1644-1710)
★ఆధునిక విలువ 299,792 కిమీ/సె
బ్రాడ్లీ కట్టిన విలువ ఇంకా కచ్చితమైనది. ఎందుకంటే అతడు దృష్టివిక్షేప పద్ధతి వాడాడు.
దుర్... ఏంటది?
వర్షంలో నడుస్తున్న మనిషి గొడుగుని ముందుకి వంచినట్టు...
నక్షత్ర అసలుదిశ
దృగ్గోచర దిశ
భూమి
...భూమి చలనానికి సరిపోయేట్టుగా మన దూరదర్శినులని కూడా కొంచెం పక్కకి తిప్పాలి.

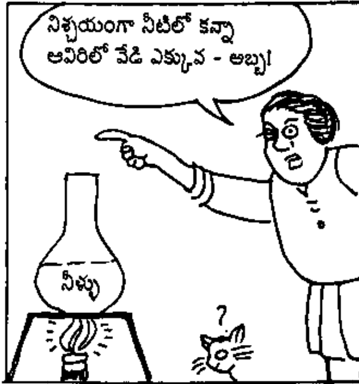

భూమి వేగం, వివర్తన కోణం తెలుసు కాబట్టి కాంతి వేగం ఇట్టే కట్టేశా!
జె.బ్రాడ్లీ (1693-1762)
ఉష్ణమాపం ఆరోజుల్లో చాలా మాపనీయ శాస్త్రం...
పాదరసంకన్నా పాదరసం మేలు.
జి.ఫారన్‌హీట్ (1686-1736)
ఈ ఫారెన్‌హీటుకి అంకెలు ఎంత ఇబ్బందిగా ఉంచే అంత సరదా...
212°
మరుగుతున్నవీళ్ళు
180 విభాగాలు
గడ్డకడుతున్న నీళ్ళు
32°

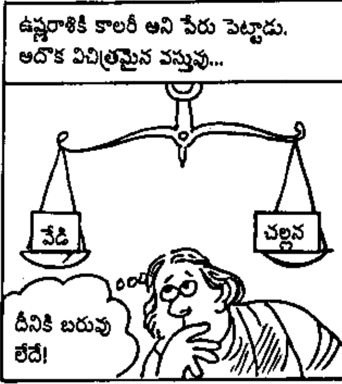

100°
మరిగే స్థాయి
దాన్నిక అవతల పారేయ్! ఇలా చెయ్యి!
గడ్డకట్టే స్థాయి
0°
ఎ.సెల్సియస్ (1701-1744)
ఫారన్‌హీటు కొన్ని ముఖ్యమైన పరిశీలనలు చేశాడు.
ద్రావకాలెప్పుడూ కొన్ని ప్రత్యేక ఉష్ణోగ్రతల దగ్గరే మరుగుతాయి.
...పీడనాన్ని పెంచితే తప్ప
WSSSSHHHH

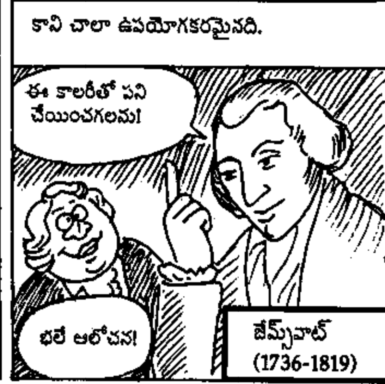
ఉష్ణ విషయంలో
కేవలం ఉష్ణోగ్రతే
కాకుండా మరెన్నో విషయాలు
ఉన్నాయని మొట్టమొదట
గుర్తించిన వాడు జోసెఫ్
బ్లాక్ (1728-1799)

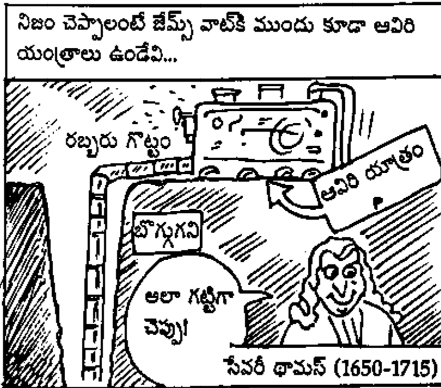


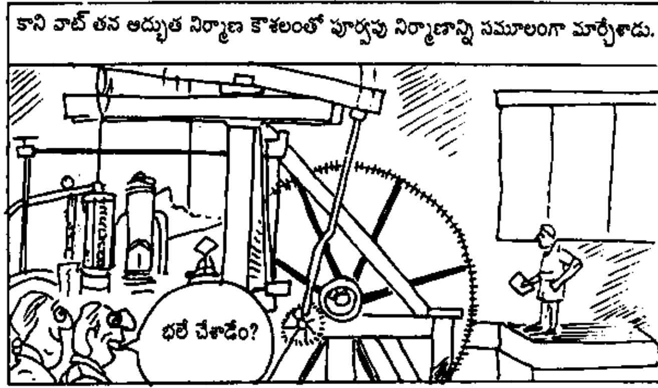




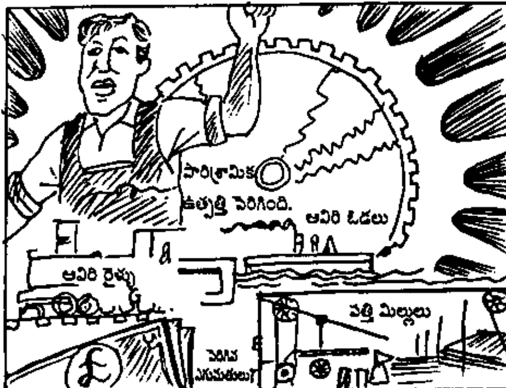


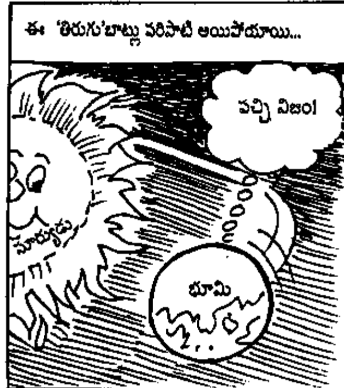


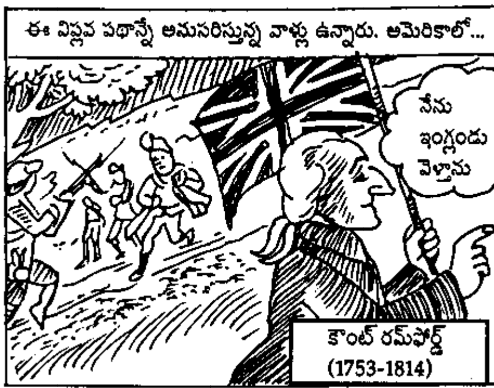


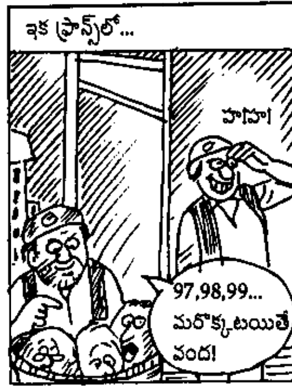


1780ల కల్లా
శక్తిగా ఆవిరి బాగా
వినియోగంలోకి వచ్చింది.
పారిశ్రామిక విప్లవానికి
పునాది వేసింది...

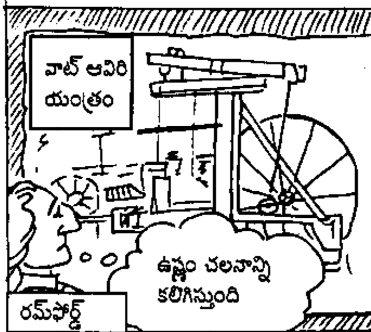


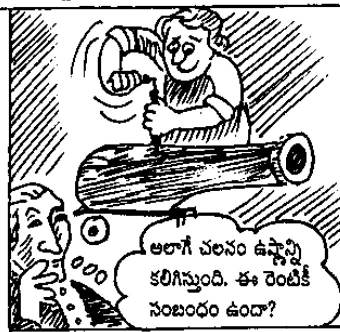


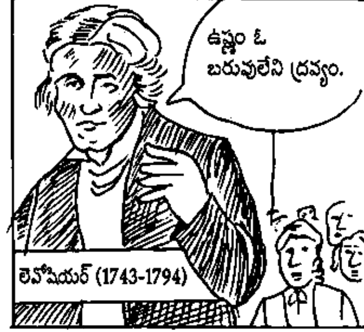

ఈ విప్లవ పథాన్నే అనుసరిస్తున్న వాళ్లు ఉన్నారు. అమెరికాలో...
నేను ఇంగ్లండు వెళ్లాను
కౌంట్ రమ్‌ఫోర్డ్ (1753-1814)

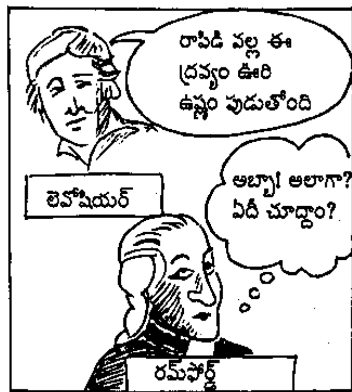

ఇక ఫ్రాన్స్‌లో...
హాహా!
97,98,99... మరొక్కటయితే వంద!

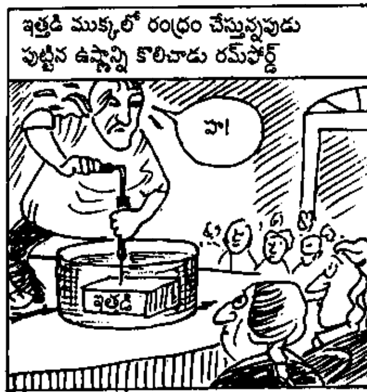

నేనా?
తర్వాత వీడు!!

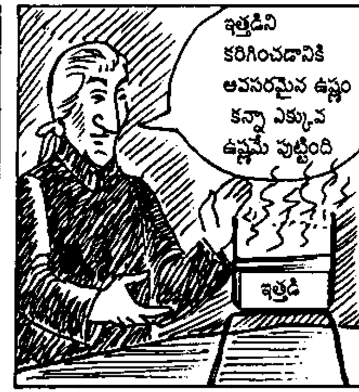

ఈ గందరగోళంలో కౌంట్ రమ్‌ఫోర్డ్ ఉష్ణం యొక్క నిజ స్వభావం గురించి ఆలోచించసాగాడు...
వాట్ ఆవిరి యంత్రం
ఉష్ణం చలనాన్ని కలిగిస్తుంది
రమ్‌ఫోర్డ్

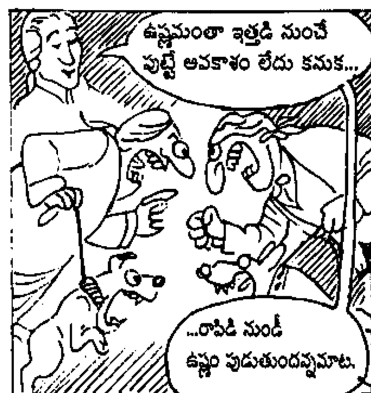

అలాగే చలనం ఉష్ణాన్ని కలిగిస్తుంది. ఈ రెంటికీ సంబంధం ఉందా?

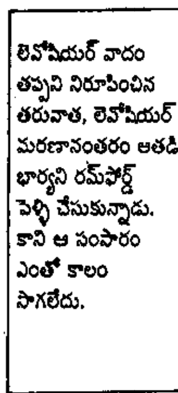

లోకాభిప్రాయం రమ్‌ఫోర్డ్‌కి వ్యతిరేకంగా ఉంది.
ఉష్ణం ఓ బరువులేని ద్రవ్యం.
లెవోషియర్ (1743-1794)

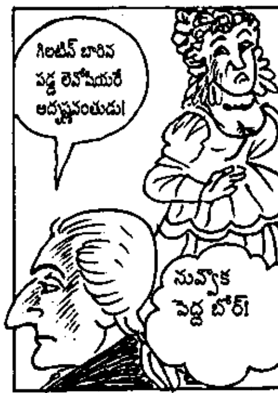

రాపిడి వల్ల ఈ ద్రవ్యం ఊరి ఉష్ణం పుడుతోంది
లెవోషియర్
అబ్బా! అలాగా? ఏదీ చూద్దాం?
రమ్‌ఫోర్డ్


ఇత్తడి ముక్కలో రంధ్రం చేస్తున్నపుడు పుట్టిన ఉష్ణాన్ని కొలిచాడు రమ్‌ఫోర్డ్
హా!
ఇత్తడి

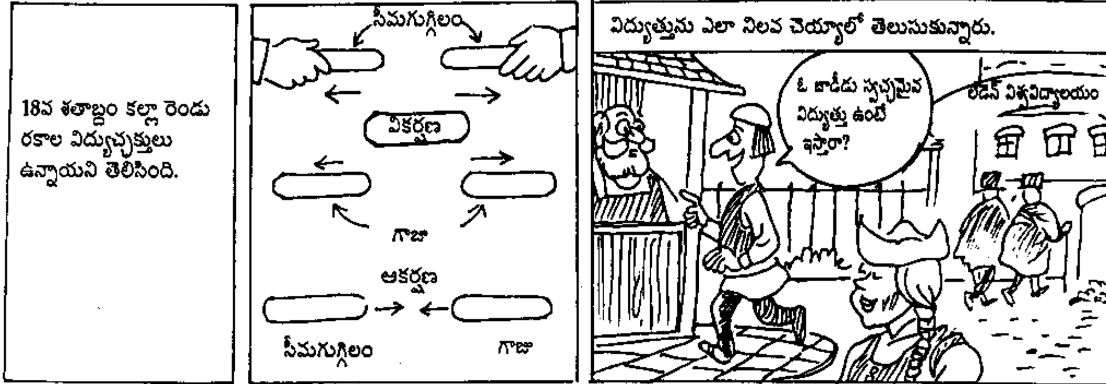

ఇత్తడిని కరిగించడానికి అవసరమైన ఉష్ణం కన్నా ఎక్కువ ఉష్ణమే పుట్టింది
ఇత్తడి

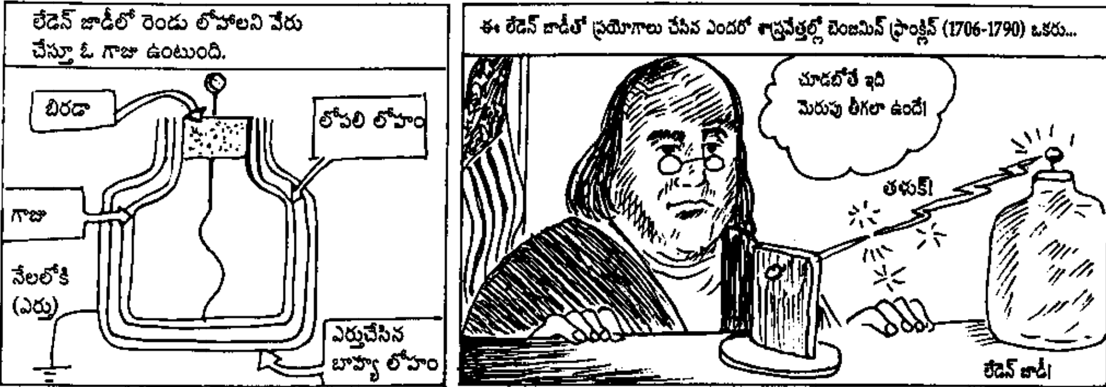

ఉష్ణమంతా ఇత్తడి నుంచే పుట్టే అవకాశం లేదు కనుక...
...రాపిడి నుండే ఉష్ణం పుడుతుందన్నమాట.


లెవోషియర్ వాదం తప్పని నిరూపించిన తరువాత, లెవోషియర్ మరణానంతరం ఆతడి భార్యని రమ్‌ఫోర్డ్ పెళ్ళి చేసుకున్నాడు. కాని ఆ సంసారం ఎంతో కాలం సాగలేదు.

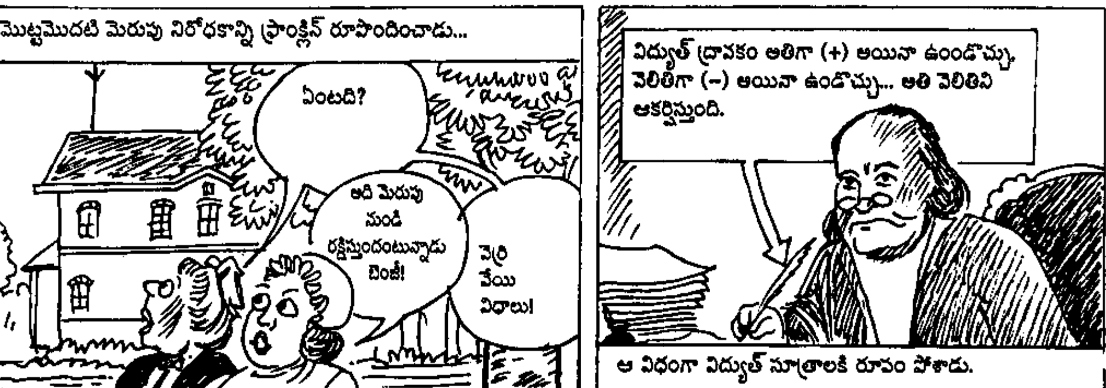

గిలటిన్ బారిన పడ్డ లెవోషియరే అదృష్టవంతుడు!
నువ్వొక పెద్ద బోర్!


ఆ రోజుల్లోనే విద్యుత్తుకు విఖ్యాతి పెరగసాగింది....
కుయ్యో!

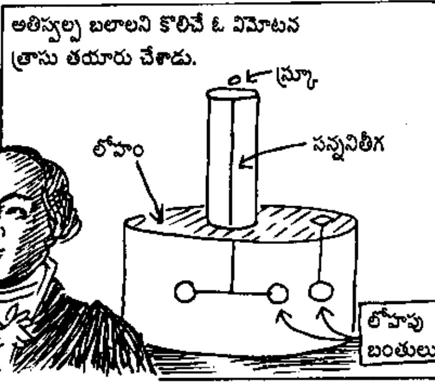

18వ శతాబ్దం కల్లా రెండు రకాల విద్యుచ్ఛక్తులు ఉన్నాయని తెలిసింది.
సీమగుగ్గిలం
వికర్షణ
గాజు
ఆకర్షణ
సీమగుగ్గిలం
గాజు
విద్యుత్తును ఎలా నిలవ చెయ్యాలో తెలుసుకున్నారు.
ఓ జాడీడు స్వచ్ఛమైన విద్యుత్తు ఉంటే ఇస్తారా?
లేడెన్ విశ్వవిద్యాలయం

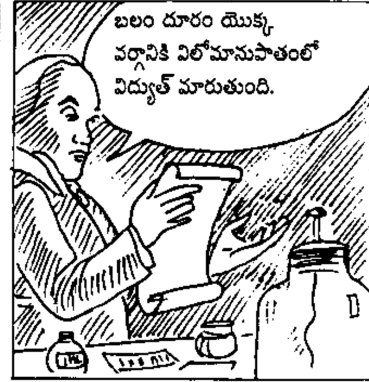

లేడెన్ జాడీలో రెండు లోహాలని వేరు చేస్తూ ఓ గాజు ఉంటుంది.
బిరడా
లోపలి లోహం
గాజు
నేలలోకి (ఎర్తు)
ఎర్తుచేసిన బాహ్య లోహం
ఈ లేడెన్ జాడీతో ప్రయోగాలు చేసిన ఎందరో శాస్త్రవేత్తల్లో బెంజమిన్ ఫ్రాంక్లిన్ (1706-1790) ఒకరు...
చూడబోతే ఇది మెరుపు తీగలా ఉందే!
తళుక్!
లేడెన్ జాడీ!


మెరుపు నిజంగా విద్యుత్ సంబంధమైన చర్యో కాదో తెలుసుకోవాలని బయల్దేరాడు ఫ్రాంక్లిన్.
ఫ్రాంక్లిన్ గారు ఉన్నారాండీ?
లేదండీ ఆయన క్షణం తీరిక లేకుండా గాలిపటాలు ఎగరేస్తున్నారు.
ఏం విడ్డూరం మనిషి
తడి దారం
మెరుపులోని విద్యుత్తు తాళాన్ని తాకినపుడు....

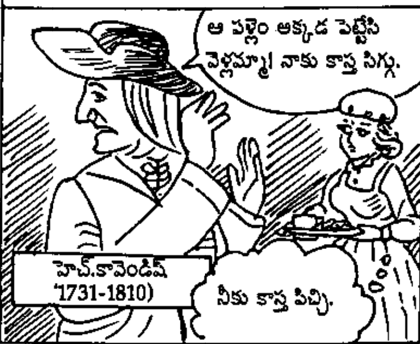

మొట్టమొదటి మెరుపు నిరోధకాన్ని ఫ్రాంక్లిన్ రూపొందించాడు...
ఏంటది?
అది మెరుపు నుండి రక్షిస్తుందంటున్నాడు బెంజీ!
వెర్రి వేయి విధాలు!
విద్యుత్ ద్రావకం అతిగా (+) అయినా ఉండొచ్చు, వెలితిగా (–) అయినా ఉండొచ్చు... అతి వెలితిని ఆకర్షిస్తుంది.
ఆ విధంగా విద్యుత్ సూత్రాలకి రూపం పోశాడు.

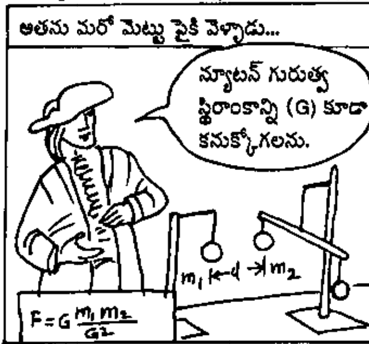
విద్యుదావేశం గల రెండు వస్తువుల మధ్య ఆకర్షణ బలాన్ని నిర్వచించే సూత్రాన్ని చార్లెస్ ఆగస్టీన్ కొలొంబ్ (1736-1806) కనుక్కున్నాడు.

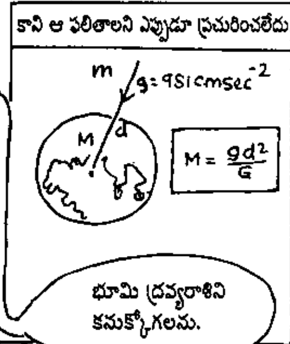


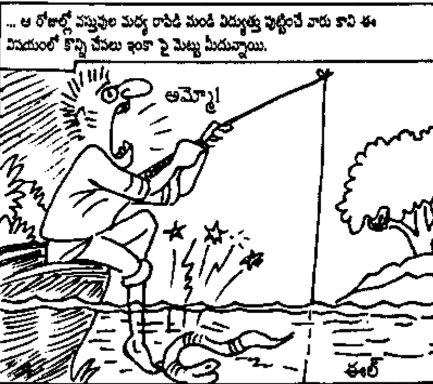


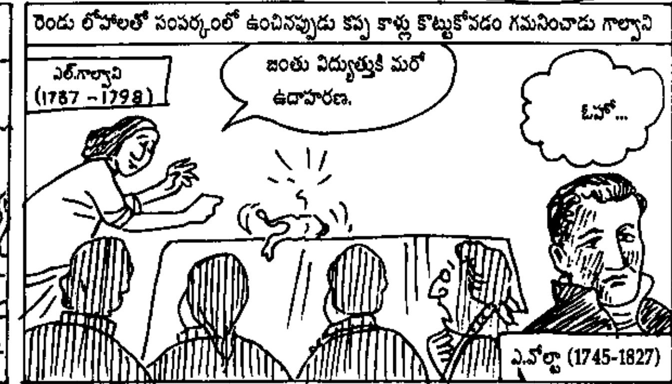
ఇంతలో ఇలాంటి త్రాసుని మరో వ్యక్తి కూడా కనుక్కున్నాడు. ఇతడికి సిగ్గు కొంచెం ఎక్కువ...

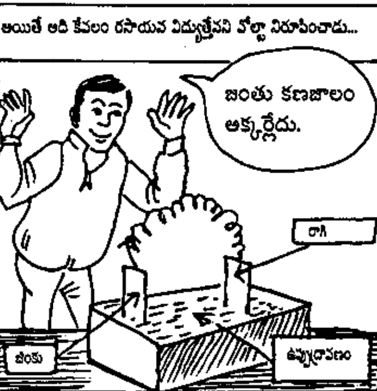


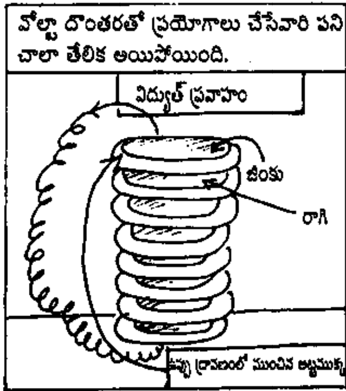


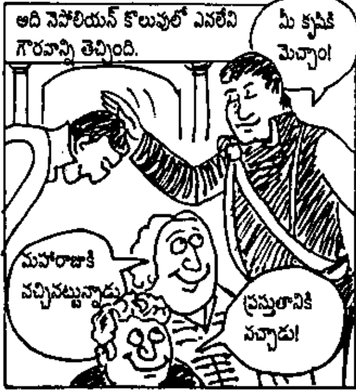












వోల్టాయిక్ దొంతరతో విద్యుత్తు మీద ప్రయోగాలు చాలా సులభం అయిపోయాయి.

దాంతో ఎన్నో సిద్ధాంతాలని ఏకీకరించడంవీలయ్యింది.

ఆరే! విద్యుత్ ప్రవాహం అయస్కాంత దిక్సూచిని కదిలిస్తోందే!

హెచ్.ఎస్. ఆయిర్‌స్టెడ్ (1777-1851)

స్థిర విద్యుత్ ప్రవాహం

వోల్టాయిక్ దొంతర

కరెంటు దిశని బట్టి దిక్సూచి అపవర్తనం చెందుతుంది

ఇదే ప్రయోగాన్ని చాలా మంది చేసి చూశారు. వాళ్లలో ఆంపియరూ ఉన్నాడు.

ఒక కరెంటు మరో కరెంటు మీద ప్రభావం చూపిస్తుందా?

ఎ.ఎం. ఆంపియరు (1775-1836)

వోల్టాయిక్ దొంతర

చూపించింది!

రెండు కరెంటులు సమాంతరంగా ఉంటే తీగలు ఆకర్షించుకున్నాయి. ఓహో!

తీగ

బహుశ కరెంటు నుండి అయస్కాంత శక్తి పుడుతోందేమో!

ఒక గొట్టం చుట్టూ బోలెడంత తీగ చుట్టగా చుట్టి....

అందులోంచి కరెంటు పంపిస్తే!

వోల్టాయిక్ దొంతర

ఆశ్చర్యం ఏమిటంటే ఆ గొట్టం అయస్కాంతపు కడ్డీలా ప్రవర్తించింది

ఇనుప రజను

విద్యుదయస్కాంతం

అది చరిత్రలోనే ఓ మహత్తర ఘడియ!

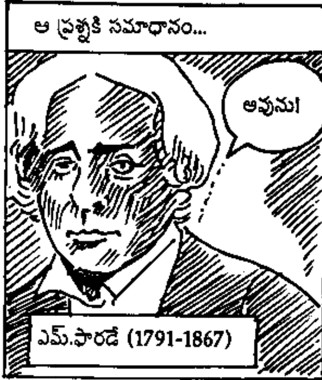
అయస్కాంత శక్తికి విద్యుత్ కారణమవుతుంది.

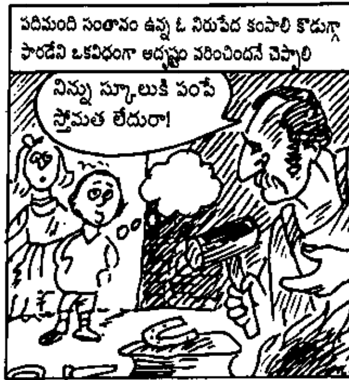
అయస్కాంత శక్తి గురించి ఆంపియరు ఊహించింది నిజం

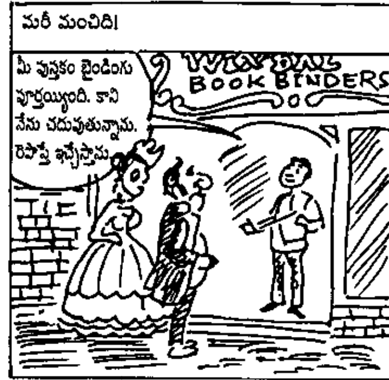
N S

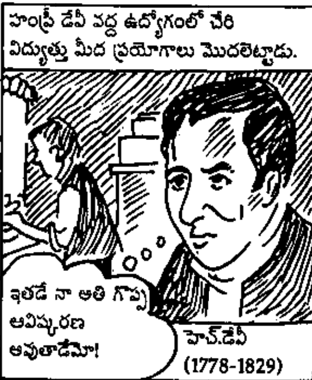
అయస్కాంత పదార్థాల్లో చిన్న చిన్న కరెంటులు ప్రవహిస్తుంటాయి.

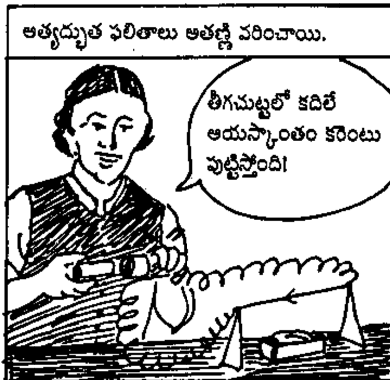
మరి అయస్కాంతాల నుండి కరెంటు ఉత్పత్తి చేయగలమా?

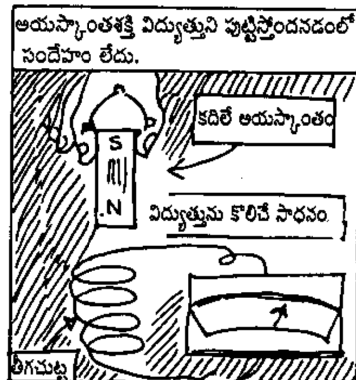

ఆ ప్రశ్నకి సమాధానం...
అవును!
ఎమ్.ఫారడే (1791-1867)


పదిమంది సంతానం ఉన్న ఓ నిరుపేద కంసాలి కొడుగ్గా ఫారడేని ఒకవిధంగా అదృష్టం వరించిందనే చెప్పాలి
నిన్ను స్కూలుకి పంపే స్తోమత లేదురా!

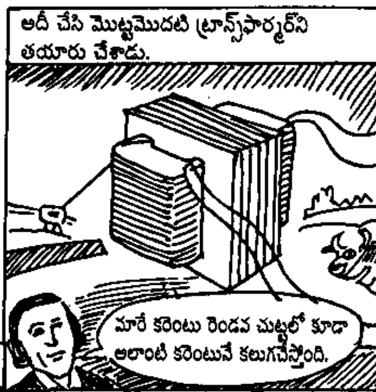

మరీ మంచిది!
మీ పుస్తకం బైండింగు పూర్తయ్యింది. కాని నేను చదువుతున్నాను. రేపొస్తే ఇచ్చేస్తాను.
BOOK BINDERS

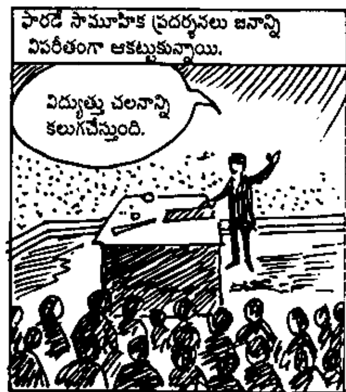

హంఫ్రీ డేవీ వద్ద ఉద్యోగంలో చేరి విద్యుత్తు మీద ప్రయోగాలు మొదలెట్టాడు.
ఇతడే నా అతి గొప్ప అవిష్కరణ అవుతాడేమో!
హెచ్.డేవీ (1778-1829)

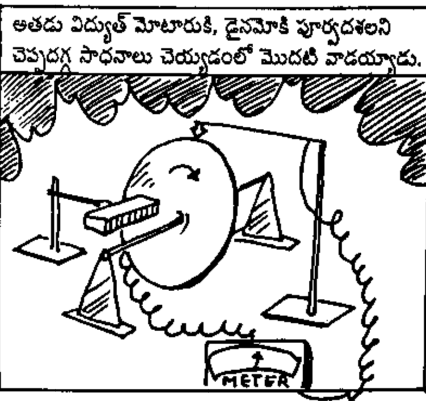

అత్యద్భుత ఫలితాలు అతణ్ణి వరించాయి.
తీగచుట్టలో కదిలే అయస్కాంతం కరెంటు పుట్టిస్తోంది!

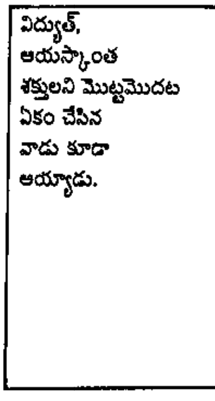

అయస్కాంతశక్తి విద్యుత్తుని పుట్టిస్తోందనడంలో సందేహం లేదు.
కదిలే అయస్కాంతం
S
N
విద్యుత్తును కొలిచే సాధనం
తీగచుట్ట

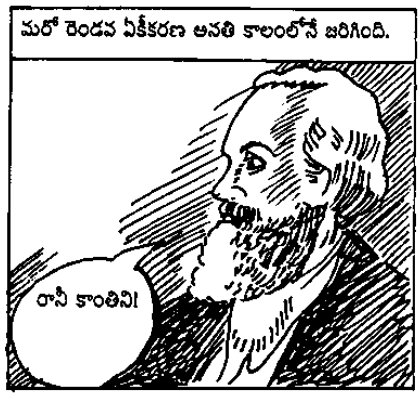

అయితే విద్యుదయస్కాంతాన్ని ఎందుకు వాడకూడదు?
వోల్టాయిక్ దొంతర


అదీ చేసి మొట్టమొదటి ట్రాన్స్‌ఫార్మర్‌ని తయారు చేశాడు.
మారే కరెంటు రెండవ చుట్టలో కూడా అలాంటి కరెంటునే కలుగచేస్తోంది.

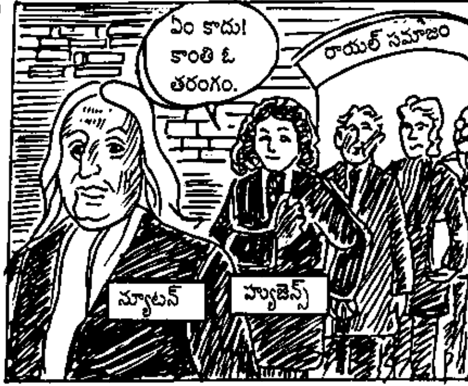

ఫారడే సామూహిక ప్రదర్శనలు జనాన్ని విపరీతంగా ఆకట్టుకున్నాయి.
విద్యుత్తు చలనాన్ని కలుగచేస్తుంది.


అతడు విద్యుత్ మోటారుకి, డైనమోకి పూర్వదశలని చెప్పదగ్గ సాధనాలు చెయ్యడంలో మొదటి వాడయ్యాడు.
METER


విద్యుత్, ఆయస్కాంత శక్తులని మొట్టమొదట ఏకం చేసిన వాడు కూడా అయ్యాడు.

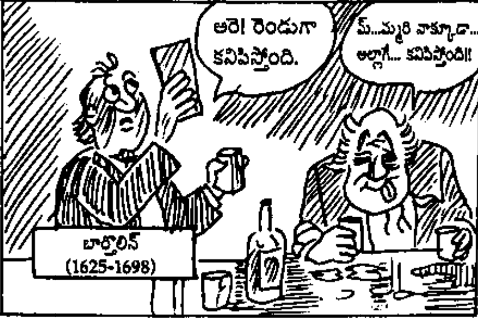

మరో రెండవ ఏకీకరణ అనతి కాలంలోనే జరిగింది.
రానీ కాంతిని!

ముందు చెప్పుకున్నట్టు
న్యూటన్ కాంతిలో
రేణువులు
ఉన్నాయనుకున్నాడు.
అందుకే నీడలకి
కచ్చితమైన ఆకృతి
ఉంటుందన్నాడు.

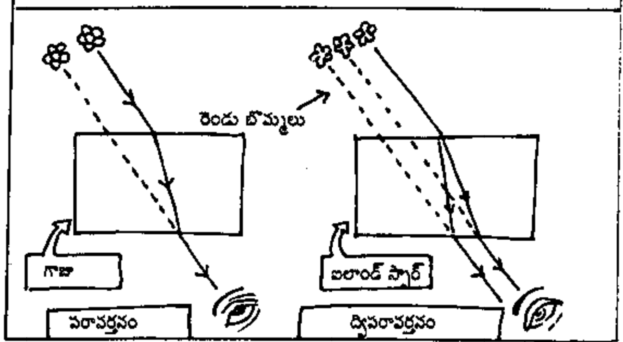




అన్నీనా? కాదు. ఐలాండ్ స్పార్ అనే స్ఫటిక కొంచెం ఇబ్బంది పెడుతుంది.



ఐలాండ్ స్పార్ కాంతిని రెండు కాంతి కిరణాలుగా విడదీస్తుంది.



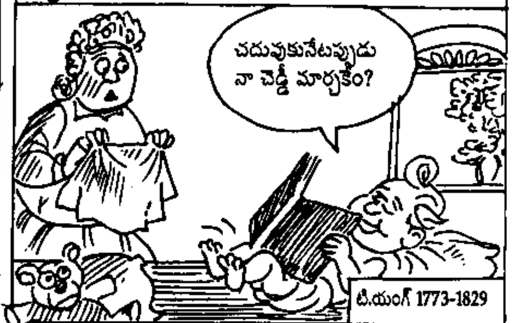
దీనికి న్యూటన్ సమాధానం చెప్పలేకపోయాడు.



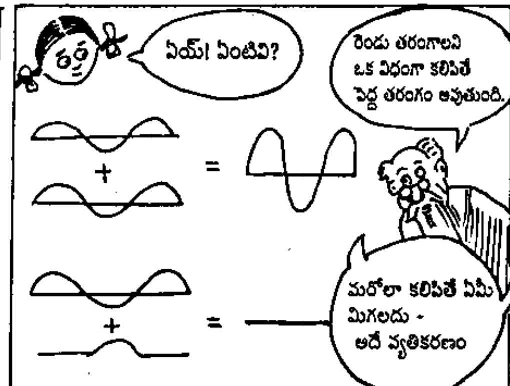
హ్యూజెన్స్‌కీ విషయం బోధపడలేదు.

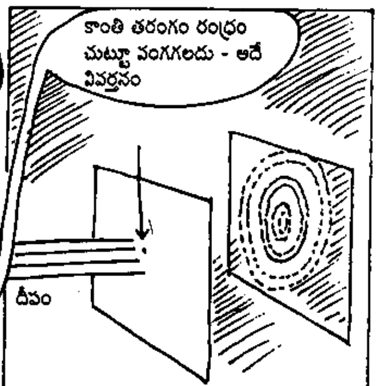


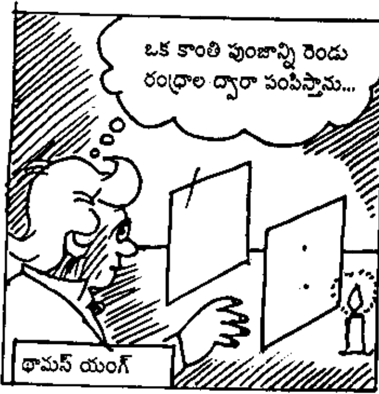
థామస్ యంగ్ అని ఓ బాలమేధావి రంగ ప్రవేశం చేసిందాక పరిస్థితులు మారలేదు.

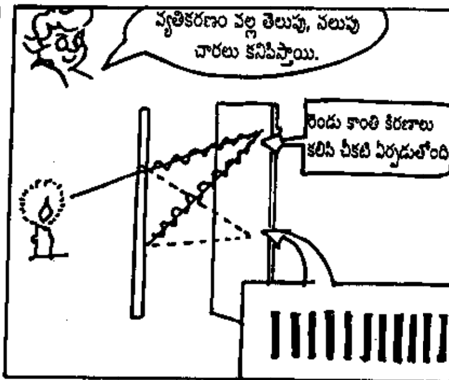


తరంగ
లక్షణాలైన
వివర్తనం,
వ్యతికరణం
అనేవి
కాంతికీ
ఉన్నాయని
యంగ్
నిరూపించాడు.

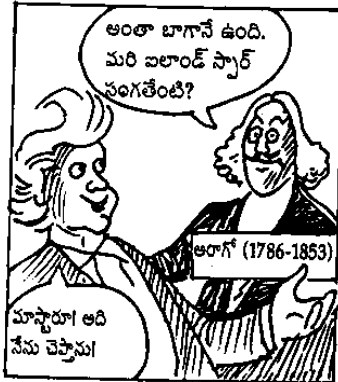


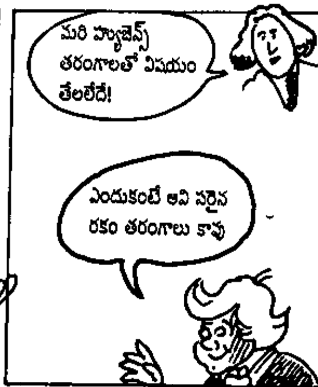


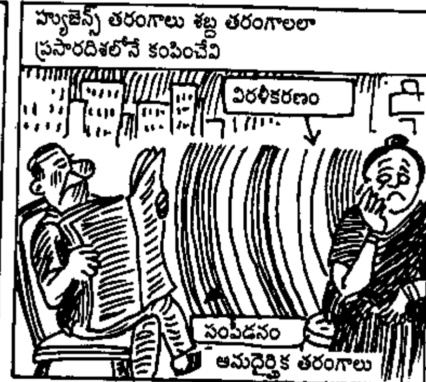

ఒక కాంతి పుంజాన్ని రెండు రంధ్రాల ద్వారా పంపిస్తాను...
థామస్ యంగ్

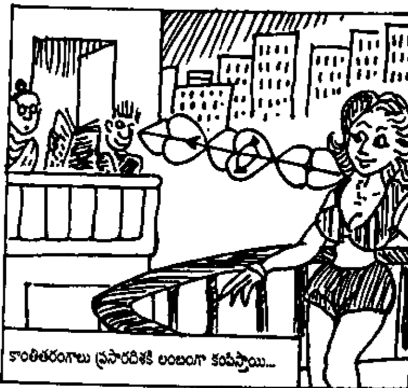

వ్యతికరణం వల్ల తెలుపు, నలుపు చారలు కనిపిస్తాయి.
రెండు కాంతి కిరణాలు కలిసి చీకటి ఏర్పడుతోంది

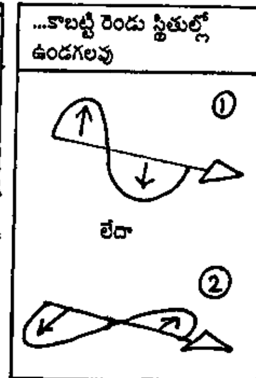

కాని తరంగ దైర్ఘ్యం చాలా తక్కువ!

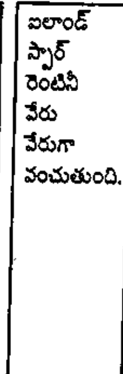

అంతా బాగానే ఉంది. మరి ఐలాండ్ స్పార్ సంగతేంటి?
అరాగో (1786-1853)
మాస్టారూ! అది నేను చెప్తాను!


మరి హ్యుజెన్స్ తరంగాలతో విషయం తేలలేదే!
ఎందుకంటే అవి సరైన రకం తరంగాలు కావు

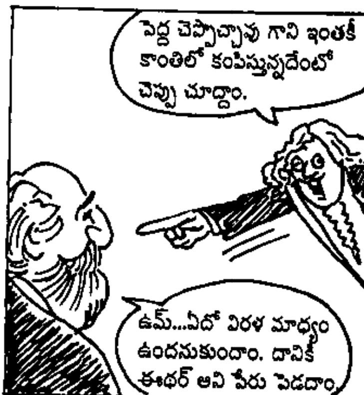

హ్యుజెన్స్ తరంగాలు శబ్ద తరంగాలలా ప్రసారదిశలోనే కంపించేవి
విరళీకరణం
సంపీడనం
అనుదైర్ఘ్య తరంగాలు


కాంతితరంగాలు ప్రసారదిశకి లంబంగా కంపిస్తాయి...

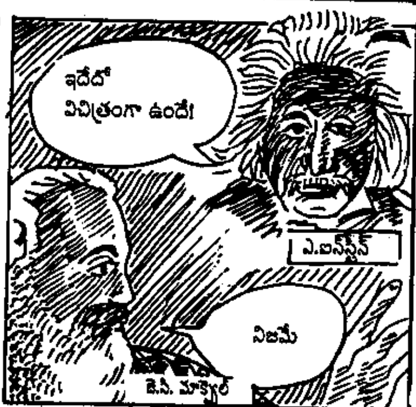

...కాబట్టి రెండు స్థితుల్లో ఉండగలవు
1
లేదా
2


ఐలాండ్ స్పార్ రెంటినీ వేరు వేరుగా వంచుతుంది.

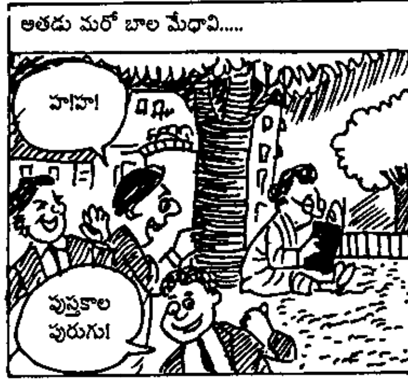

థామస్ చెప్పింది నిజం. నేను నిరూపించగలను.
హు!
ఫ్రెస్నెల్ (1788-1827)

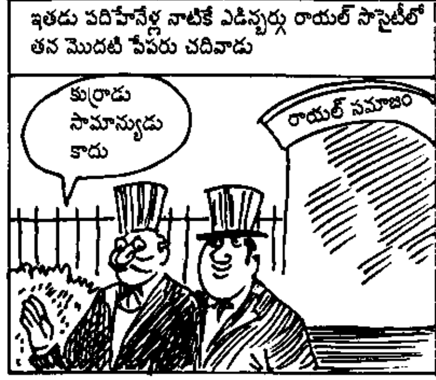

పెద్ద చెప్పొచ్చావు గాని ఇంతకీ కాంతిలో కంపిస్తున్నదేంటో చెప్పు చూద్దాం.
ఉమ్...ఏదో విరళ మాధ్యం ఉందనుకుందాం. దానికి ఈథర్ అని పేరు పెడదాం.

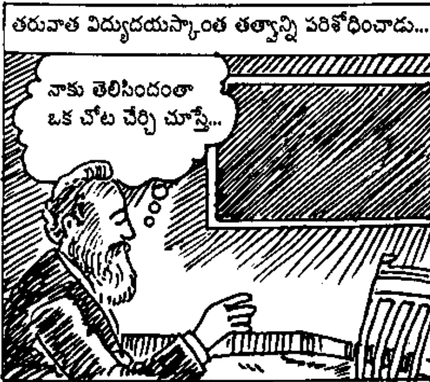

కాని ఈథరు యొక్క మరే ఇతర ఫలితాలూ కనిపించవేంటి?
ఇంత వరకు మనం దాని గురించి పట్టించుకోలేదంతే!

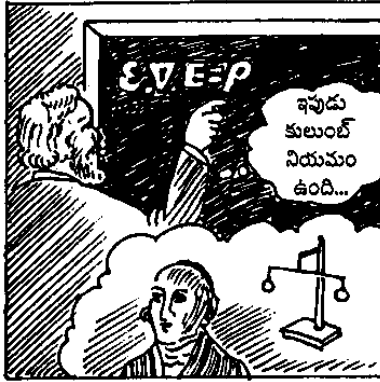

ఇదేదో విచిత్రంగా ఉందే!
ఎ.ఐన్‌స్టీన్
నిజమే
జె.సి. మాక్స్వెల్

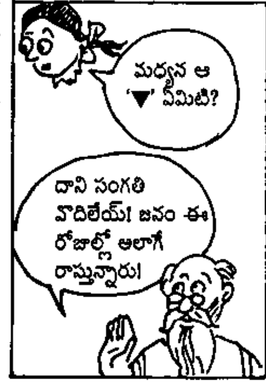
కాంతి
రహస్యాన్ని
ఛేదించిన
మరో మహామేధావి
ఉన్నాడు -
జేమ్స్ క్లర్క్
మాక్స్వెల్
(1831-1879)

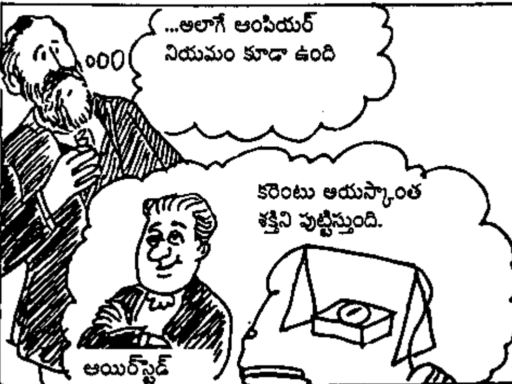


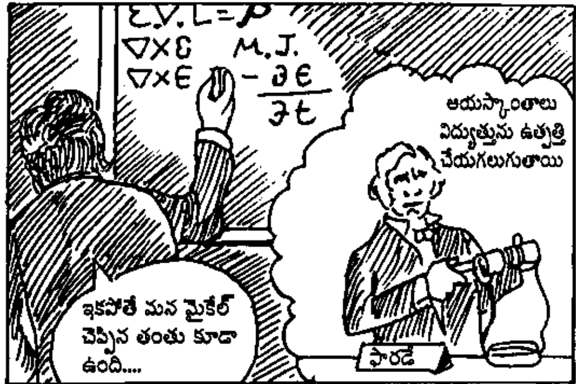




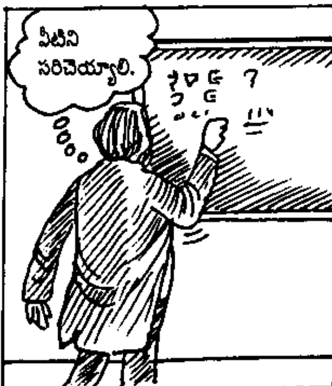


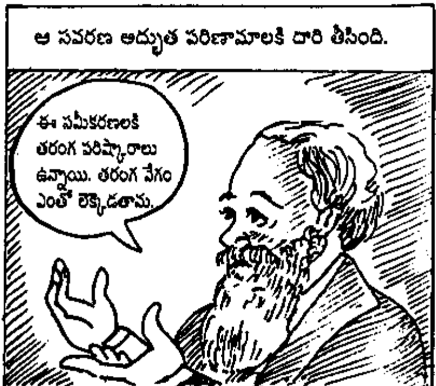






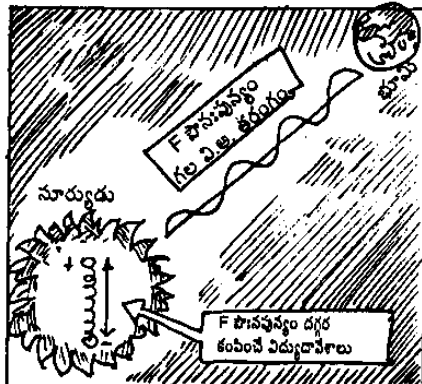








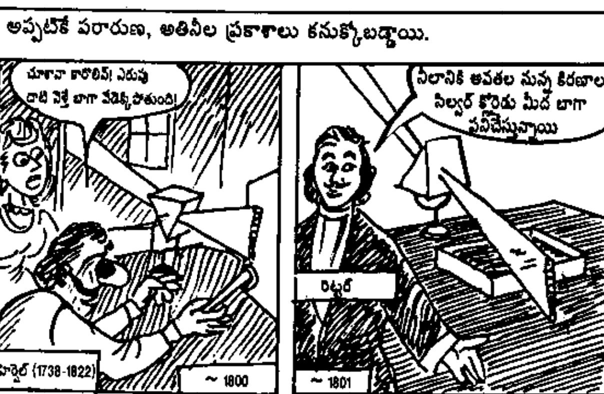
కంపించే
విద్యుదావేశాలు
విద్యుదయస్కాంత
తరంగాలని
వికిరణం చేస్తాయని
అవే సమీకరణాల
నుండి తేలింది.



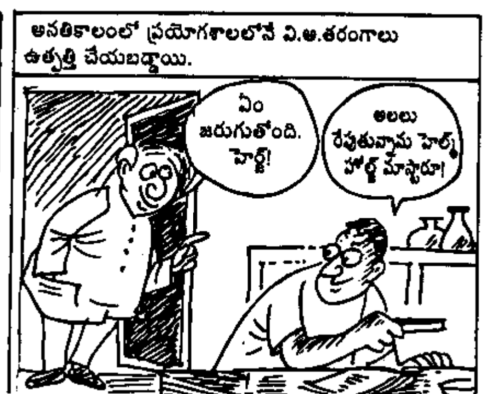
అంటే వి.అ.తరంగాల తరంగదైర్ఘ్యం ఎంతైనా ఉండొచ్చు నన్నమాట!

రేడియో తరంగాలు
మైక్రోతరంగాలు
పరారుణ
అతినీలలోహిత
ఎక్స్ కిరణాలు
గామా కిరణాలు
కాస్మిక్ కిరణాలు

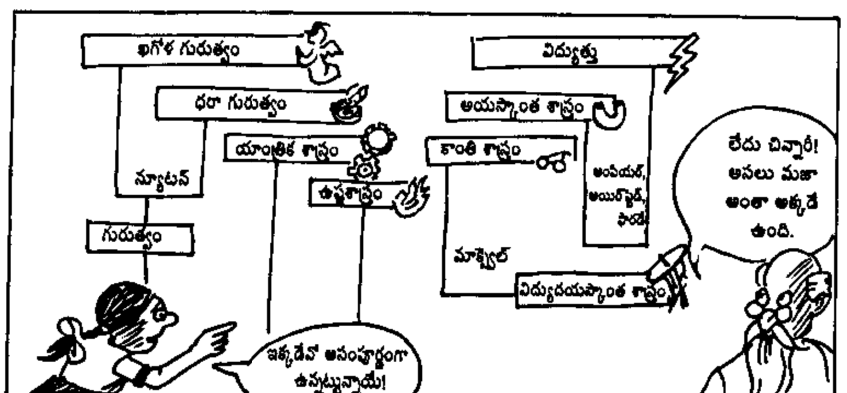
అప్పటికే పరారుణ, అతినీల ప్రకాశాలు కనుక్కోబడ్డాయి.



అనతికాలంలో ప్రయోగశాలలోనే వి.అ.తరంగాలు ఉత్పత్తి చేయబడ్డాయి.







ఉష్ణశాస్త్రాన్ని,
యంత్ర శాస్త్రాన్ని
మేళవించి
ఉష్ణగతిశాస్త్రాన్ని
రూపొందించిన
మహానుభావులు
ఎందరో.
కథని సాడీ కార్నొట్
నుండి మొదలెడదాం.

నడిచేది వత్తనడక
పైగా ఆకాశమంత
ధర!

ఏటికన్నా
గుర్రబ్బళ్లే నయం!

ఆవిరి యంత్రం సమర్థత
ఎంత వరకు వస్తుందో!

ఎస్.కార్నొట్ (1796-1832)

ఆ ప్రశ్నకి సమాధానం
త్వరలోనే దొరికింది.

ఆదర్శ ఆవిరి యంత్రాలు
కూడా అంత గొప్పవేం
కావు!

ఆదర్శ ఆవిరి యంత్ర సమర్థత
ఒకటి కన్నా తక్కువ

టి1-ఆవిరి ఉష్ణోగ్రత

టి2-చల్లదనపు ఉష్ణోగ్రత

చాలా మటుకు యంత్రాలు ఆదర్శానికి ఎంతో దూరంలో ఉన్నాయి.

నువ్వు నాకు అమ్మిన
యంత్రం పని
చెయ్యడం లేదు.

ఈ కార్నొట్ చక్రాలు
అని ఉన్నాయి...

ఉష్ణానికి, చలనానికి మధ్య సంబంధం మీద మరి
కొందరు కూడా పరిశోధించారు.

జె.పి.జోల్ (1818-1889)

డబ్ల్యు.టి.కెల్విన్
(1824-1907)

యాంత్రిక చలనాల మూలంగా పుట్టే ఉష్ణాన్ని నిశితంగా కొలిచాడు జోల్...

చిలికినప్పుడు
నీళ్ళు వేడెక్కుతాయి

...తన హనీమూన్లో కూడా ఓ శాస్త్రీయ అంతరార్థం లేకపోలేదు.

నీళ్ల పైన కన్నా వేడిగా
ఉంటాయి.

?!!?

చివరికి తన సిద్ధాంతాన్ని సూత్రీకరించాడు.

41,800,000 ఎర్గుల పని
ఒక కెలరీ వేడిమిని
ఉత్పత్తి చేస్తుంది.

దాన్ని పత్రికలు వెంటనే తిప్పికొట్టాయి.

థాం!

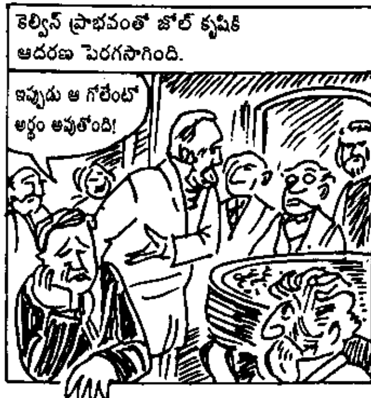
అబ్బా! !

దాంతో జోల్ దినపత్రికల ద్వారా వైజ్ఞానిక ప్రచారాన్ని...

...సాగించే కొత్త పద్ధతిని కనిపెట్టాడు.

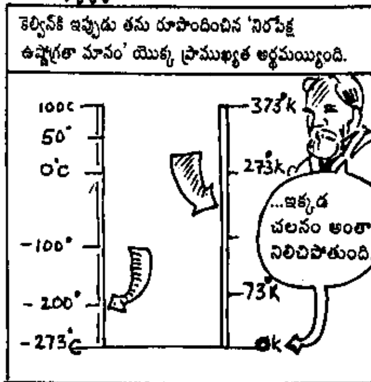
ఏంటీ చెత్తంతా?

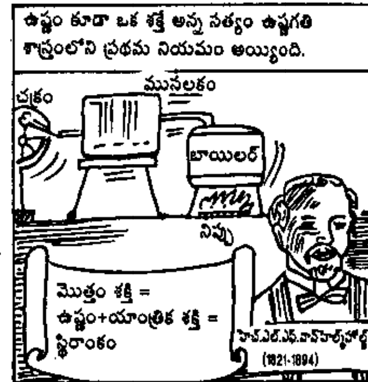
చదవాలంటే
మహా చిరాగ్గా వుంది!

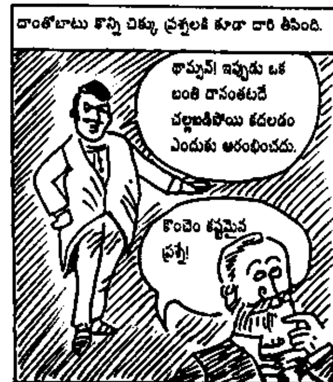

కెల్విన్ ప్రాభవంతో జోల్ కృషికి
ఆదరణ పెరగసాగింది.
ఇప్పుడు ఆ గోలేంటో
అర్థం అవుతోంది!

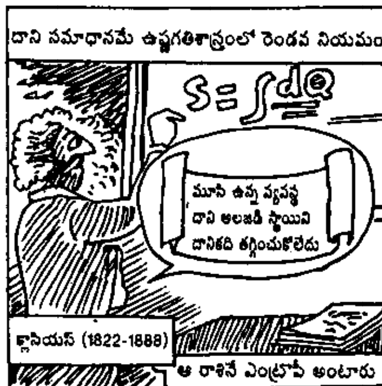

ఓ దొర్లే
బంతి ఆగిపోతే...

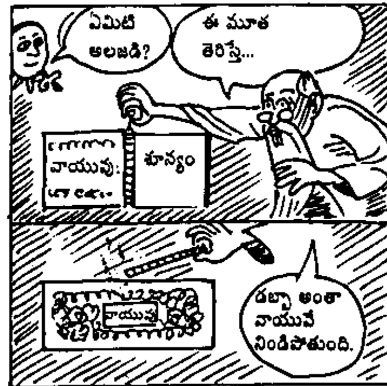

దాని గతి శక్తి అంతా ఉష్ణ శక్తి
కింద మారిపోయి దాని ఉష్ణోగ్రత
పెరుగుతుందన్నమాట!

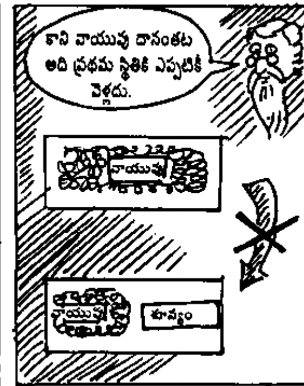

కెల్విన్‌కి ఇప్పుడు తను రూపొందించిన 'నిరపేక్ష
ఉష్ణోగ్రతా మానం' యొక్క ప్రాముఖ్యత అర్థమయ్యింది.
100c
50°
0°c
-100°
-200°
-273°c
373°k
273°k
73°k
0k
...ఇక్కడ
చలనం అంతా
నిలిచిపోతుంది.


ఉష్ణం కూడా ఒక శక్తే అన్న సత్యం ఉష్ణగతి
శాస్త్రంలోని ప్రథమ నియమం అయ్యింది.
చక్రం
మునలకం
బాయిలర్
నిప్పు
మొత్తం శక్తి =
ఉష్ణం+యాంత్రిక శక్తి =
స్థిరాంకం
హెచ్.ఎల్.ఎఫ్.వాన్‌హెల్మ్‌హోల్జ్
(1821-1894)

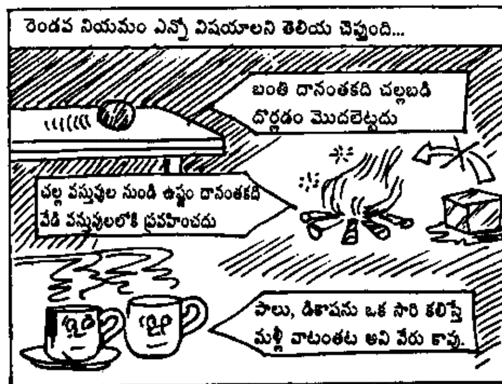

దాంతోబాటు కొన్ని చిక్కు ప్రశ్నలకి కూడా దారి తీసింది.
థామ్సన్! ఇప్పుడు ఒక
బంతి దానంతటదే
చల్లబడిపోయి కదలడం
ఎందుకు ఆరంభించదు.
కొంచెం కష్టమైన
ప్రశ్నే!

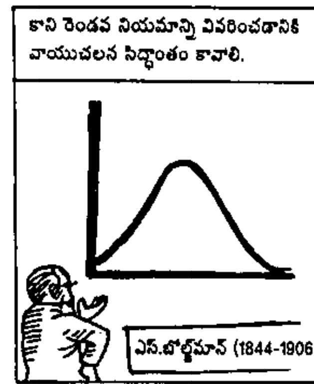

దాని సమాధానమే ఉష్ణగతిశాస్త్రంలో రెండవ నియమం
మూసి ఉన్న వ్యవస్థ
దాని అలజడి స్థాయిని
దానికది తగ్గించుకోలేదు
క్లాసియస్ (1822-1888)
ఆ రాశినే ఎంట్రోపీ అంటారు


ఏమిటి
అలజడి?
ఈ మూత
తెరిస్తే...
వాయువు
శూన్యం
డబ్బా అంతా
వాయువే
నిండిపోతుంది.


కాని వాయువు దానంతట
అది ప్రథమ స్థితికి ఎప్పటికీ
వెళ్లదు.
శూన్యం


ఎప్పటికీ వెళ్లదా?
వెళ్లదు.
అనలెప్పటికీ?
మ్...
ఇంచుమించు


రెండవ నియమం ఎన్నో విషయాలని తెలియ చెప్తుంది...
బంతి దానంతకది చల్లబడి
దొర్లడం మొదలెట్టదు
చల్ల వస్తువుల నుండి ఉష్ణం దానంతకది
వేడి వస్తువులలోకి ప్రవహించదు
పాలు, డికాషను ఒక సారి కలిస్తే
మళ్లీ వాటంతట అవి వేరు కావు.


కాని రెండవ నియమాన్ని వివరించడానికి
వాయుచలన సిద్ధాంతం కావాలి.
ఎస్.బోల్ట్‌మాన్ (1844-1906)

ఉష్ణశాస్త్రానికి,
యంత్ర శాస్త్రానికి
మధ్య సంపూర్ణ
సంబంధాన్ని స్థాపించింది
మాక్స్వెల్
పరిశోధనే.

ఎస్.బోల్జమాన్

మనం ఉష్ణం
అనుకునేదాని
చలనం
ఎటువంటిది అంటే...

యాంత్రిక నియమాలని
అనుసరించి కదిలే
కొటానుకోట్ల అణువుల
సముదాయమే వాయువు

కాబట్టి యాంత్రిక నియమాల
నుండి వాయు లక్షణాలని
ఉపపాదించవచ్చు

ఉఫ్
ఉఫ్

ఉఫ్
ఉఫ్

వాయు రాశిలోని అణువులన్నీ ఇలా
ఎందుకు ఉండిపోవు?

ఘన పరిమాణం V/2

ఖాళీ

మొత్తం ఘన పరిమాణం V

చాలా సులభం! ఒక
అణువు ఎడమ పక్క
ఉండడానికి సంభావ్యత
జరిగే ఆస్కారం 1/2

అలాగే N అణువులు ఉండే
సంభావ్యత (1/2 x 1/2 x
1/2... N సార్లు)

$P=(1/2)^N$

ఇక N అణువులు ఉన్నప్పుడు
ఈ సంభావ్యత ఎంత తక్కువగా
ఉంటుందంటే ఇక అదెప్పుడూ
జరగబోవట్లే.

$\frac{1}{10,0....00}$

(10^{22}
సున్నాలు)

అణుచలనం మూలంగా పీడనం పుడుతుందని
బోల్జమాన్ వివరించాడు.

పీడనం
= (అభిగాతాలు/సెకను) X (ద్రవ్యవేగం)
~ (nv) (mv)

సగటు వేగం = V

అంటే ఉష్ణోగ్రత కేవలం కల్లోలిత చలనాల
కొలమానం మాత్రమే నన్నమాట...

గొప్ప వేడి
మీద ఉన్నారు
ఆటగాళ్లు!

చలనం యొక్క ప్రతీ స్వేచ్ఛా మితికి
బోల్జమాన్ కొంత నియత శక్తిని ఆపాదించాడు.

E_B =1/2 KT

కంపనం

చలనం

భ్రమణం

మొత్తం శక్తి = 6 E_B

ఈ సిద్ధాంతం
ఎన్నో ప్రయోగాలతో
సరిపోతోంది
గాని అన్నిటితోను
కాదు.

U=NKT

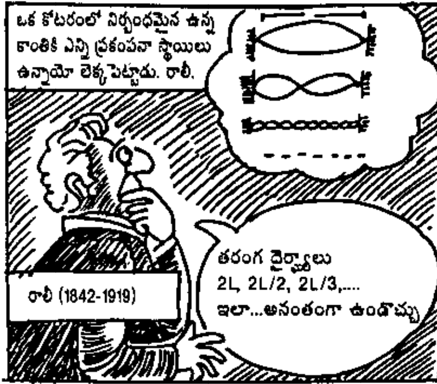
వాయువుల
విశిష్టోష్ణానికి
కట్టిన లెక్కలన్నీ
శుద్ధ తప్పు!

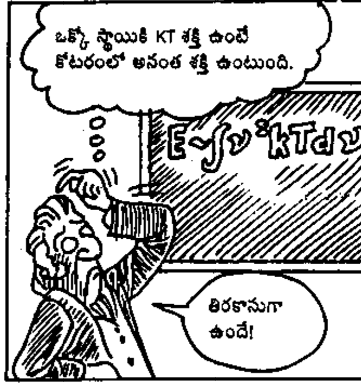
నల్లని కుహరాల నుండి ఉద్గారమయ్యే కాంతిని వర్ణించడంలో
బోల్జ్మన్ సిద్ధాంతాలకి కొన్ని ఇబ్బందులు ఎదురయ్యాయి.

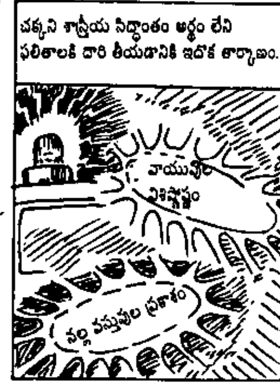
సిద్ధాంతం

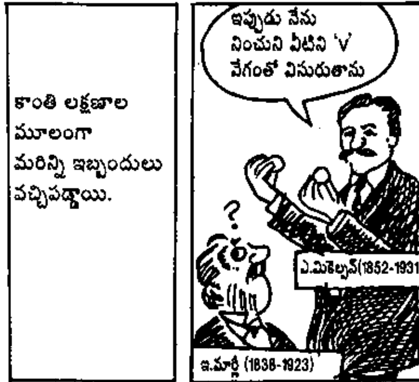
పరిశీలించినది

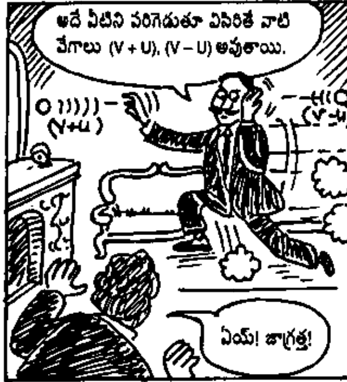
పౌనఃపున్యం

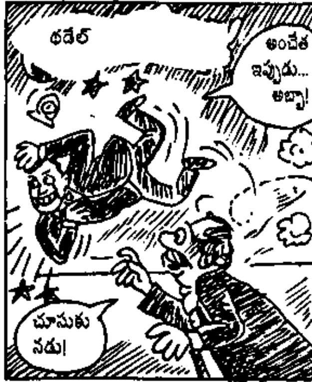

ఒక కోటరంలో నిర్బంధమైన ఉన్న కాంతికి ఎన్ని ప్రకంపనా స్థాయిలు ఉన్నాయో లెక్కపెట్టాడు. రాలీ.
తరంగ దైర్ఘ్యాలు
2L, 2L/2, 2L/3,....
ఇలా...అనంతంగా ఉండొచ్చు
రాలీ (1842-1919)

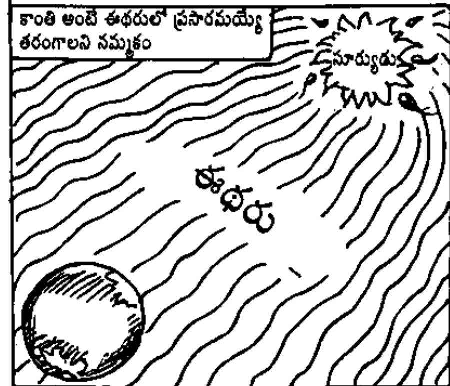

ఒక్కో స్థాయికి KT శక్తి ఉంటే కోటరంలో అనంత శక్తి ఉంటుంది.
E~ʃν²kTdν
తిరకాసుగా ఉందే!

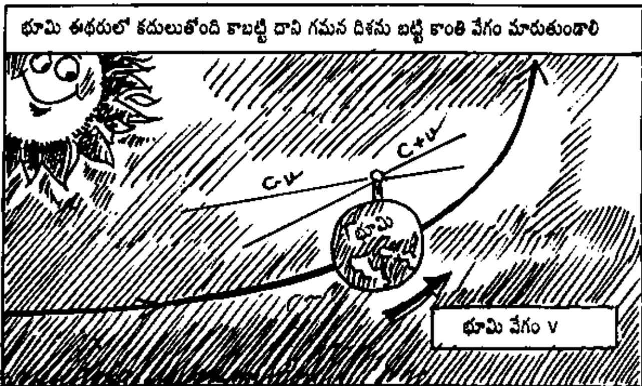

చక్కని శాస్త్రీయ సిద్ధాంతం అర్థం లేని ఫలితాలకి దారి తీయడానికి ఇదొక తార్కాణం.
వాయువుల విశ్లేషణం
నల్ల వస్తువుల ప్రకాశం

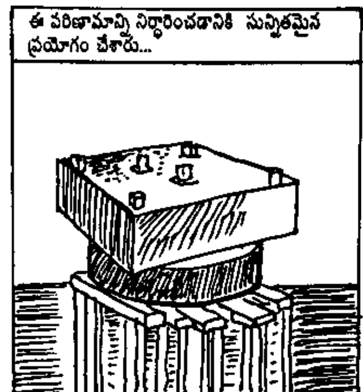

కాంతి లక్షణాల మూలంగా మరిన్ని ఇబ్బందులు వచ్చిపడ్డాయి.
ఇప్పుడు నేను నించుని వీటిని 'V' వేగంతో విసురుతాను
ఎ.మికెల్సన్(1852-1931)
ఇ.మార్లీ (1838-1923)

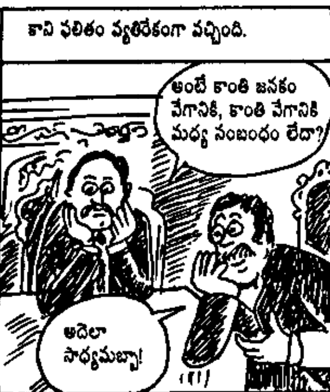

అదే వీటిని పరిగెడుతూ విసిరితే వాటి వేగాలు (V + U), (V – U) అవుతాయి.
(V+U)
ఏయ్! జాగ్రత్త!

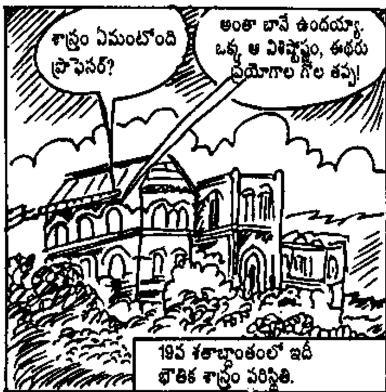

ఢడేల్
అంచేత ఇప్పుడు... అబ్బా!
చూసుకు నడు!


కాంతి అంటే ఈథరులో ప్రసారమయ్యే తరంగాలని నమ్మకం
సూర్యుడు
ఈథరు


భూమి ఈథరులో కదులుతోంది కాబట్టి దాని గమన దిశను బట్టి కాంతి వేగం మారుతుండాలి
C-U
C+U
భూమి
భూమి వేగం V


ఈ పరిణామాన్ని నిర్ధారించడానికి సున్నితమైన ప్రయోగం చేశారు...


కాని ఫలితం వ్యతిరేకంగా వచ్చింది.
అంటే కాంతి జనకం వేగానికి, కాంతి వేగానికి మధ్య సంబంధం లేదా?
అదెలా సాధ్యమబ్బా!


శాస్త్రం ఏమంటోంది ప్రొఫెసర్?
అంతా బానే ఉందయ్యా. ఒక్క ఆ విశ్లేషణం, ఈథరు ప్రయోగాల గోల తప్ప!
19వ శతాబ్దాంతంలో ఇదీ భౌతిక శాస్త్రం పరిస్థితి.

సాంప్రదాయక భౌతిక శాస్త్రంలో ఈ చిక్కుల వల్ల మూల సిద్ధాంతాల సమూల పునఃపరిశీలన జరిగింది. అలా పుట్టినవే సాపేక్ష, క్వాంటమ్ సిద్ధాంతాలు. వాటిలో సాపేక్షతా సిద్ధాంతం విప్లవాన్ని తీసుకువచ్చింది.

అల్బర్ట్ ఐన్‌స్టీన్ అని 1879లో ఓ కుర్రాడు పుట్టాడు.

జర్మను సామ్రాజ్యం

యూరోపు

మనుషులంతా ఒక్కటే

అల్బర్ట్ బాల్య దశ చూస్తే ఎంతటి మూర్ఖుడికైనా తన మీద తనకి నమ్మకం పెరుగుతుంది

పౌలిన్, మనవాడు కొంచెం మొద్దే!

పోనీండి, భౌతిక శాస్త్రం చదువుకుంటాడు.

అల్బర్ట్ నువ్వు క్లాసులో ఉండడమే ఓ తలనొప్పి!

డిగ్రీ తీసుకోకుండానే అల్బర్ట్ స్కూలు వొదిలేయాల్సి వచ్చింది.

...అలాగే ఐ.టి.హెచ్.,జ్యూరిక్ ప్రవేశ పరీక్షలో కూడా ఘోర పరాజయం పొందాడు.

నువ్వు ఫ్రెంచ్, ఇంగ్లీష్, జంతు శాస్త్రం, వృక్ష శాస్త్రాల్లో తప్పావు

ఆరావ్‌లో సి. అనటొనల్ స్కూల్లో చేరి 1896లో ఉత్తీర్ణుడయ్యాడు.

యంత్ర శాస్త్రాన్ని విద్యుదయస్కాంత శాస్త్రంతో మేళవించడంలోనే ఉంది అసలు సమస్య

ఐదేళ్లు జ్యూరిక్‌లో ఉన్న తరువాత, బెర్న్‌లో ఉద్యోగం వచ్చింది... అదీ మిత్రుడు మార్సెల్ గ్రాస్మన్ సిఫారసుతో.

పేటెంటు ఆఫీసు ఇదేనా అండీ!

హే భగవాన్! ఎక్కణ్ణుంచి వస్తారయ్యా వీళ్ళు!

1901

మిత్రుడు మైక్ బెస్సోతో అల్బర్ట్ శాస్త్ర చర్చలు చేస్తుండేవాడు.

చూడు మైక్! న్యూటన్ ప్రకారం కాంతి వేగం జనకం యొక్క గమనాన్ని బట్టి మారుతుంది.

అవును.

మరి కొంచెం కాఫీ!

అవును!

కానీ ప్రయోగాల్లో ఇది కనిపించడం లేదు.

సరిగ్గా చెప్పాడు

మికల్సన్

మోర్లీ

అంటే న్యూటన్ సిద్ధాంతం తప్పన్నమాట!

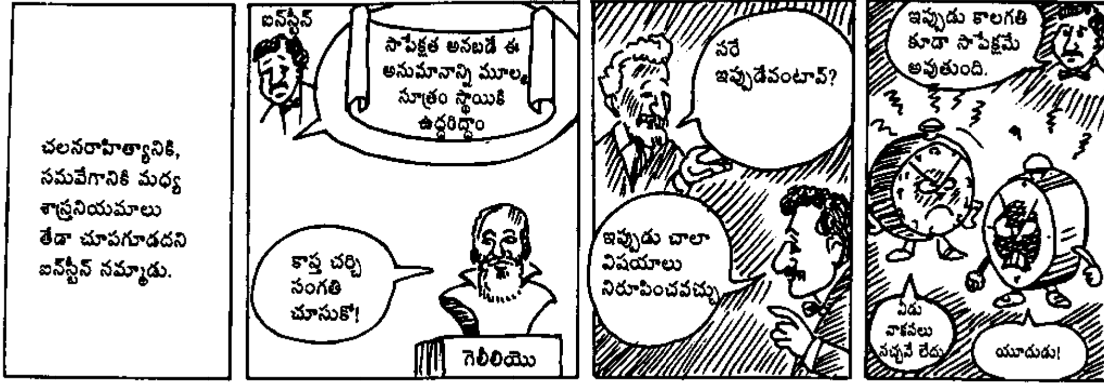
ఏంటీ!!

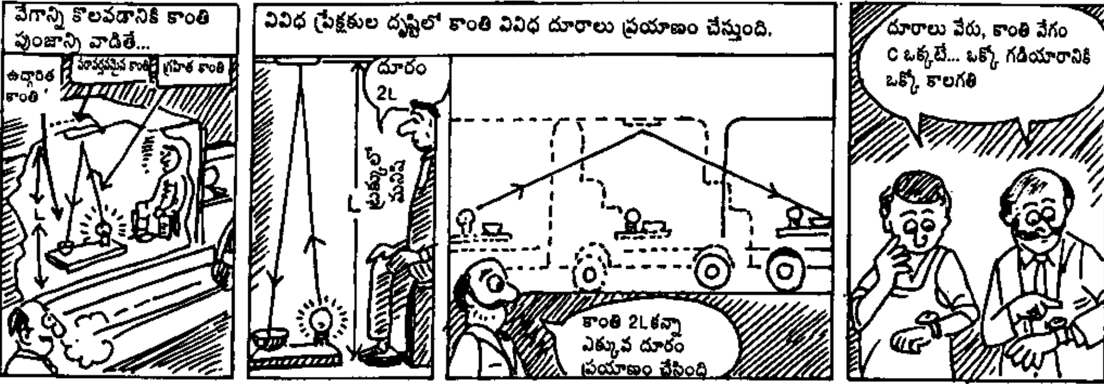
వెయిటర్! మరి కొంచెం కాఫీ!

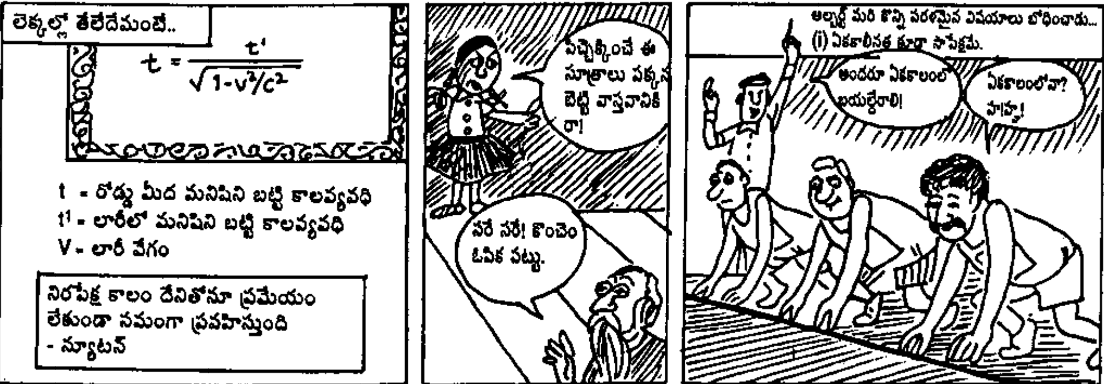
కాంతి వేగానికి కాంతి జనకం యొక్క వేగంతో సంబంధం లేదు

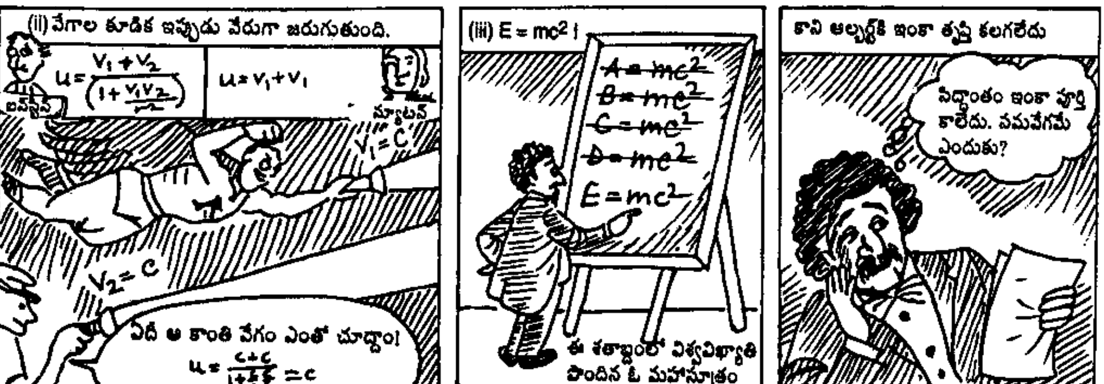
వేగం = C

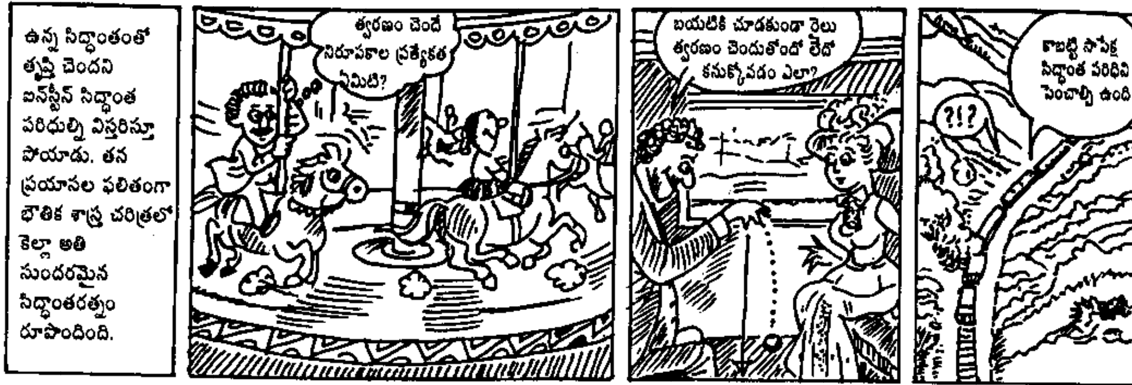
వేగం = C

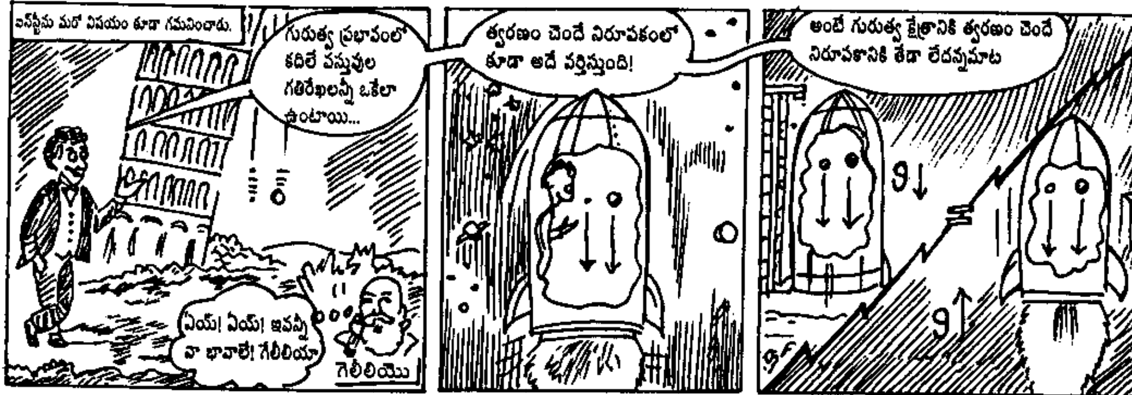

చలనరాహిత్యానికి, సమవేగానికి మధ్య శాస్త్రనియమాలు తేడా చూపగూడదని ఐన్‌స్టీన్ నమ్మాడు.
ఐన్‌స్టీన్
సాపేక్షత అనబడే ఈ అనుమానాన్ని మూల్య సూత్రం స్థాయికి ఉద్ధరిద్దాం
కొత్త చర్చి సంగతి చూసుకో!
గెలీలియొ
సరే ఇప్పుడేవంటావ్?
ఇప్పుడు చాలా విషయాలు నిరూపించవచ్చు
ఇప్పుడు కాలగతి కూడా సాపేక్షమే అవుతుంది.
ఏడు వాకవలు నచ్చవే లేదు
యూదుడు!

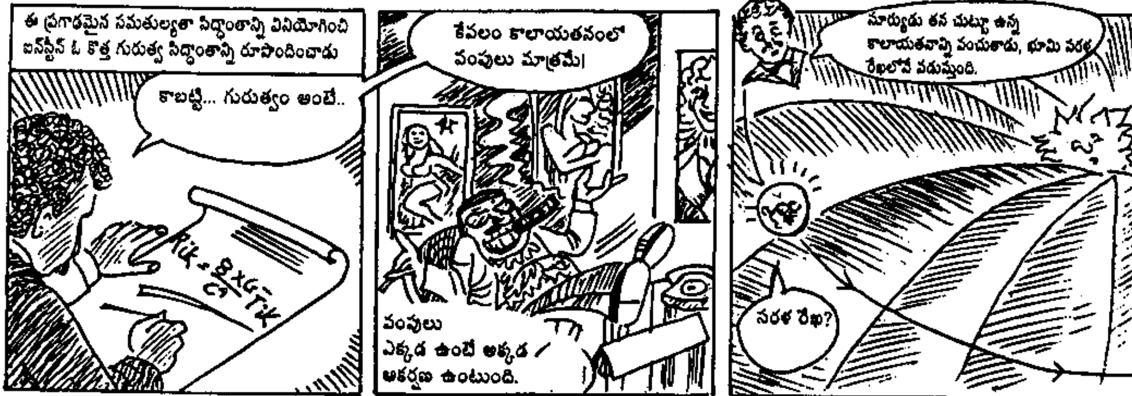

వేగాన్ని కొలవడానికి కాంతి పుంజాన్ని వాడితే...
ఉద్గారిత కాంతి
పరావర్తనమైన కాంతి
గ్రహిత కాంతి
వివిధ ప్రేక్షకుల దృష్టిలో కాంతి వివిధ దూరాలు ప్రయాణం చేస్తుంది.
దూరం 2L
కాంతి 2Lకన్నా ఎక్కువ దూరం ప్రయాణం చేసింది
దూరాలు వేరు, కాంతి వేగం C ఒక్కటే... ఒక్కో గడియారానికి ఒక్కో కాలగతి

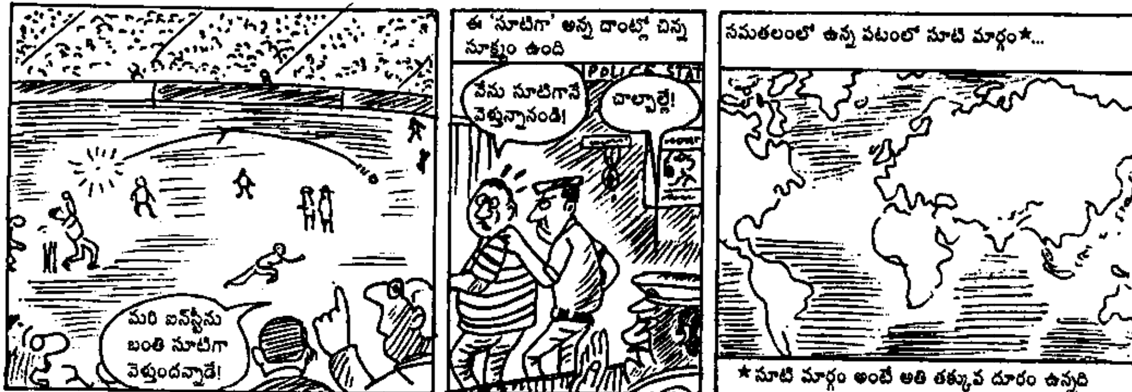

లెక్కల్లో తేలేదేమంటే..
$t = \frac{t'}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$
t = రోడ్డు మీద మనిషిని బట్టి కాలవ్యవధి
t' = లారీలో మనిషిని బట్టి కాలవ్యవధి
V - లారీ వేగం
నిరపేక్ష కాలం దేనితోనూ ప్రమేయం లేకుండా సమంగా ప్రవహిస్తుంది - న్యూటన్
పిచ్చెక్కించే ఈ సూత్రాలు పక్కన బెట్టి వాస్తవానికి రా!
సరే సరే! కొంచెం ఓపిక పట్టు.
అల్బర్ట్ మరి కొన్ని వరళమైన విషయాలు బోధించారు...
(i) ఏకకాలీనత కూడా సాపేక్షమే.
అందరూ ఏకకాలంలో బయల్దేరాలి!
ఏకకాలంలోనా? హా హ్హా!

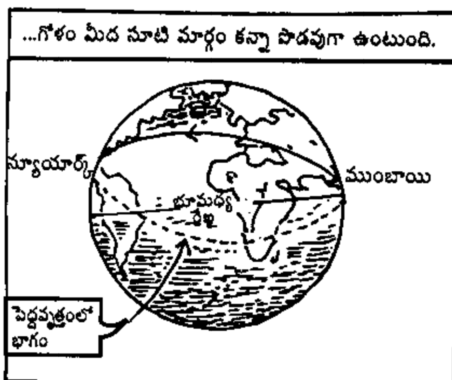

(ii) వేగాల కూడిక ఇప్పుడు వేరుగా జరుగుతుంది.
$u = \frac{V_1 + V_2}{\left(1 + \frac{V_1 V_2}{c^2}\right)}$
ఐన్‌స్టీన్
$u = v_1 + v_1$
న్యూటన్
$V_1 = C$
$V_2 = C$
ఏదీ ఆ కాంతి వేగం ఎంతో చూద్దాం!
$u = \frac{c+c}{1+\frac{c}{c}\frac{c}{c}} = c$
(iii) E = mc² !
A = mc²
B = mc²
C = mc²
D = mc²
E = mc²
ఈ శతాబ్దంలో విశ్వవిఖ్యాతి పొందిన ఓ మహాసూత్రం
కాని అల్బర్ట్‌కి ఇంకా తృప్తి కలగలేదు
సిద్ధాంతం ఇంకా పూర్తి కాలేదు. సమవేగమే ఎందుకు?

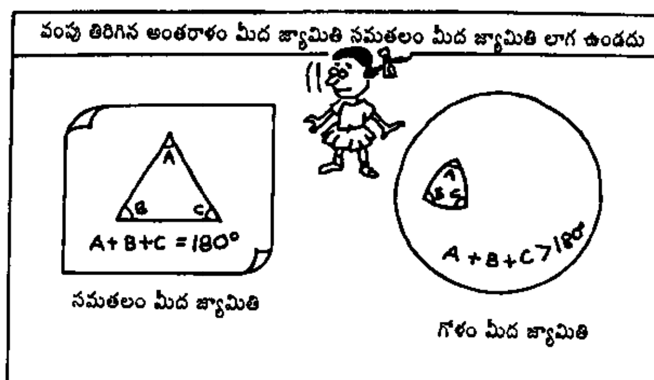

ఉన్న సిద్ధాంతంతో తృప్తి చెందని ఐన్‌స్టీన్ సిద్ధాంత పరిధుల్ని విస్తరిస్తూ పోయాడు. తన ప్రయాసల ఫలితంగా భౌతిక శాస్త్ర చరిత్రలో కెల్లా అతి సుందరమైన సిద్ధాంతరత్నం రూపొందింది.
త్వరణం చెందే నిరూపకాల ప్రత్యేకత ఏమిటి?
బయటికి చూడకుండా రైలు త్వరణం చెందుతోందో లేదో కనుక్కోవడం ఎలా?
?!?
కాబట్టి సాపేక్ష సిద్ధాంత పరిధిని పెంచాల్సి ఉంది


ఐన్‌స్టీను మరో విషయం కూడా గమనించారు.
గురుత్వ ప్రభావంలో కదిలే వస్తువుల గతిరేఖలన్నీ ఒకేలా ఉంటాయి...
ఏయ్! ఏయ్! ఇవన్నీ నా భావాలే! గెలీలియో
గెలీలియొ
త్వరణం చెందే నిరూపకంలో కూడా అదే వర్తిస్తుంది!
అంటే గురుత్వ క్షేత్రానికి త్వరణం చెందే నిరూపకానికి తేడా లేదన్నమాట
g↓
g↑

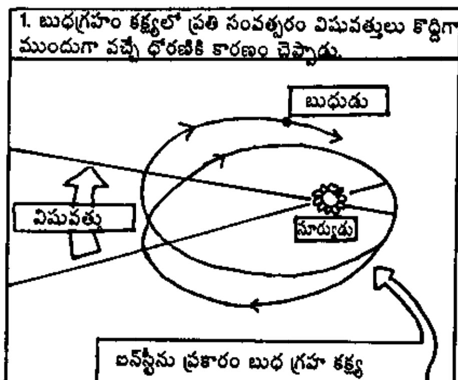

ఈ ప్రగాఢమైన సమతుల్యతా సిద్ధాంతాన్ని వినియోగించి ఐన్‌స్టీన్ ఓ కొత్త గురుత్వ సిద్ధాంతాన్ని రూపొందించాడు
కాబట్టి... గురుత్వం అంటే..
కేవలం కాలాయతనంలో వంపులు మాత్రమే!
వంపులు ఎక్కడ ఉంటే అక్కడ ఆకర్షణ ఉంటుంది.
సూర్యుడు తన చుట్టూ ఉన్న కాలాయతనాన్ని వంచుతాడు, భూమి సరళ రేఖలోనే నడుస్తుంది.
సరళ రేఖ?

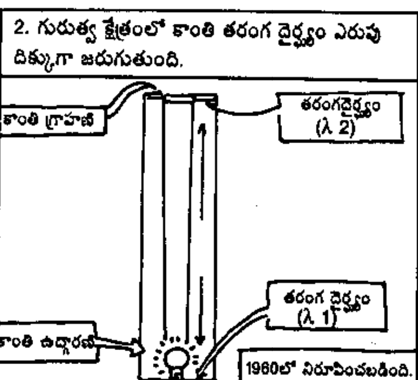

మరి ఐన్‌స్టీను బంతి సూటిగా వెళ్తుందన్నాడే!
ఈ 'సూటిగా' అన్న దాంట్లో చిన్న సూక్ష్మం ఉంది
నేను సూటిగానే వెళ్తున్నానండి!
చాల్చాల్లే!
POLICE STAT
సమతలంలో ఉన్న పటంలో సూటి మార్గం★...
★ సూటి మార్గం అంటే అతి తక్కువ దూరం ఉన్నది

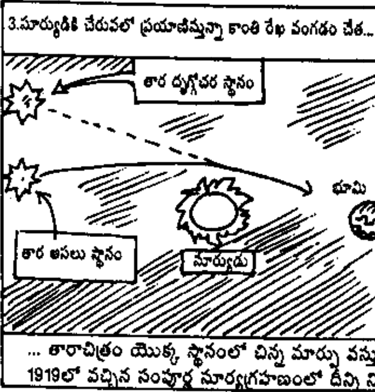


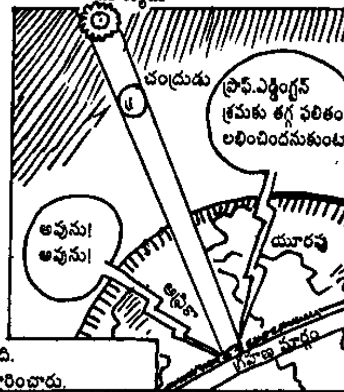


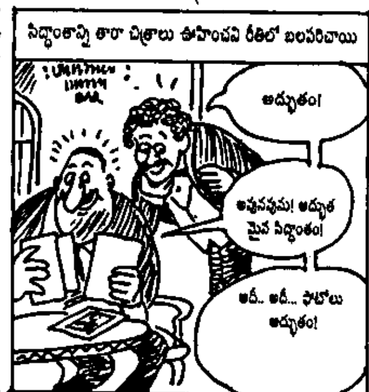
వంపు తిరిగిన కాలాయతనానికి సరిపోయే జ్యామితిని నిర్మించి తన గురుత్వ సిద్ధాంతం యొక్క పర్యవసానాలని వర్ణించాడు ఐన్‌స్టీన్.









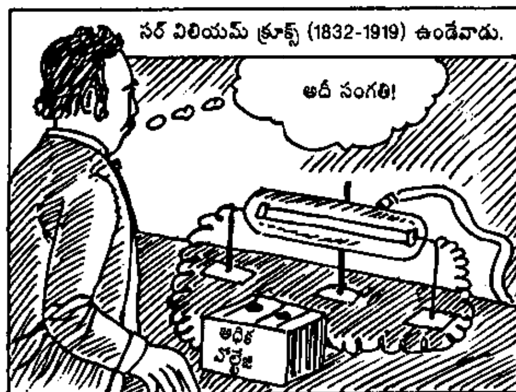


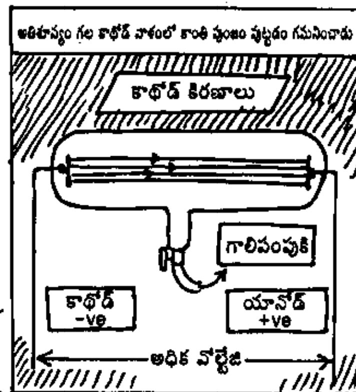
న్యూటన్ తరువాత ఇంతగా లోక ప్రఖ్యాతి పొందిన మనిషి మరెవరూ లేరేమో.

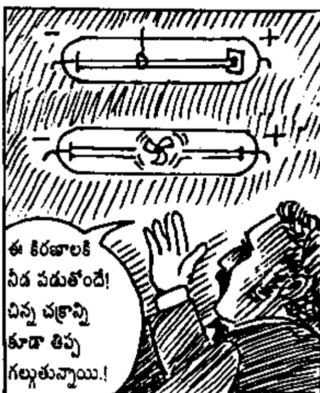


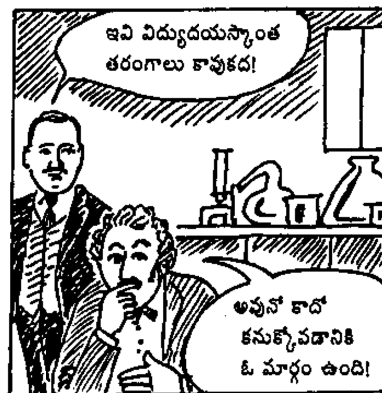


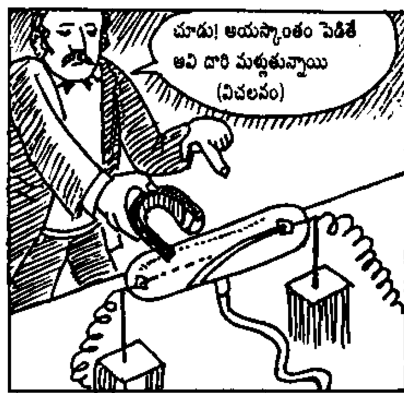
ఒక పక్క సాపేక్షతా
విప్లవం
ఇలా సాగుతుండగా
కొందరు
శాస్త్రవేత్తలు
పదార్థం యొక్క
నిర్మాణాన్ని అర్థం
చేసుకోవడానికి
ప్రయత్నిస్తున్నారు.
అనగనగా ఒక ఊళ్లో...

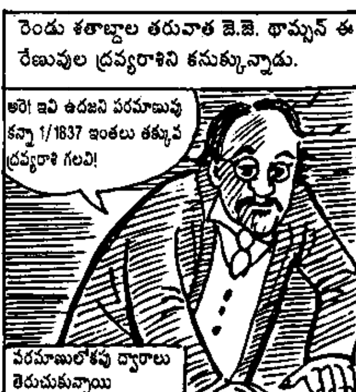


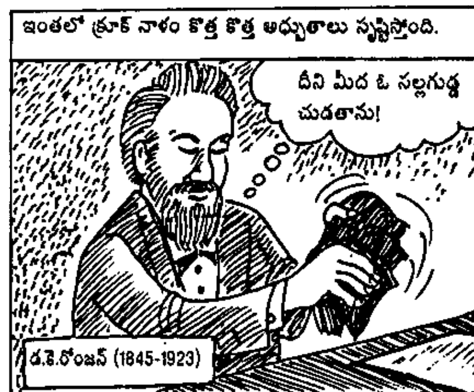






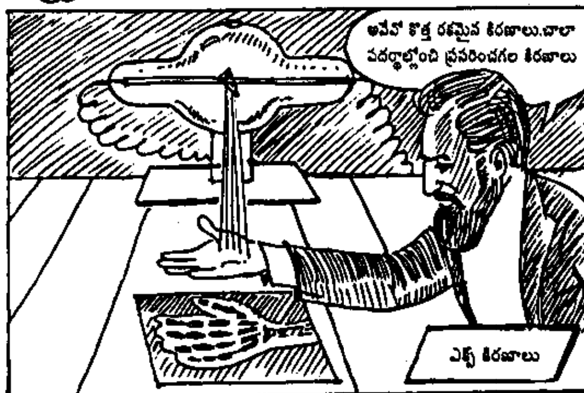


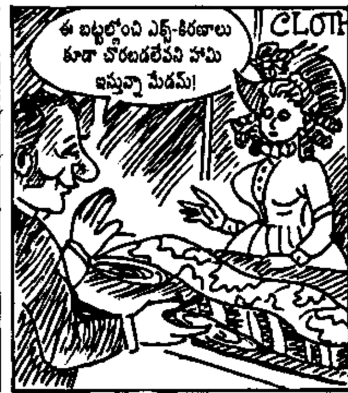






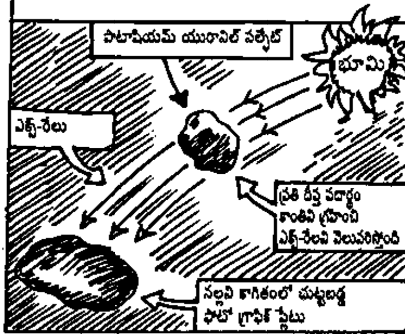
నియమబద్ధంగా
ప్రయోగాలు చేసి
రోంజన్ సరైన
సమాధానాన్ని
కనుక్కున్నాడు





ఎ.హెచ్.బెకరల్
(1852-1908)
అనే ఫ్రెంచ్ శాస్త్రవేత్త
ఎక్స్-రేలని క్షుణ్ణంగా
అధ్యయనం చేశాడు.
ఇతడు ఎక్స్-రేలని
వెలువరించే ప్రతిదీప్త
పదార్థాలని
తీసుకున్నాడు.

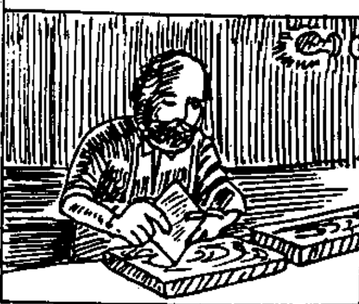
అతను ఇలా బయలేరాడు.

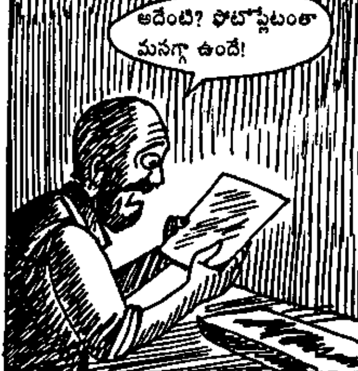


ఇంతలో ఒకరోజు మబ్బేసింది...

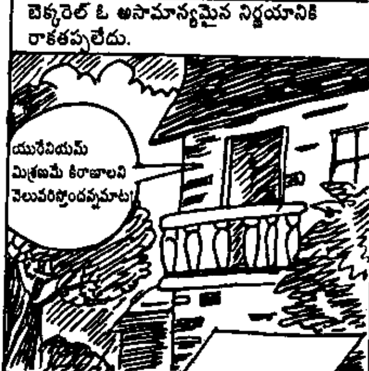


సూర్యరశ్మికి వెల్లడి కాకున్నా ఎందుకో
ఫొటోప్లేటుని డెవలప్ చేసి చూడాలనిపించింది

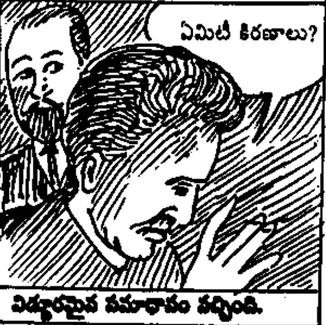




బెక్కరెల్ ఓ అసామాన్యమైన నిర్ణయానికి
రాకతప్పలేదు.

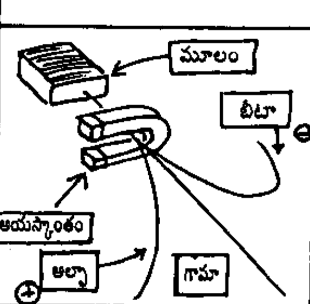


ఈ దారి వెంట క్యూరీలు ఇంకా ముందుకి
నడిచారు



విస్తారమైన సమాధానం వచ్చింది.

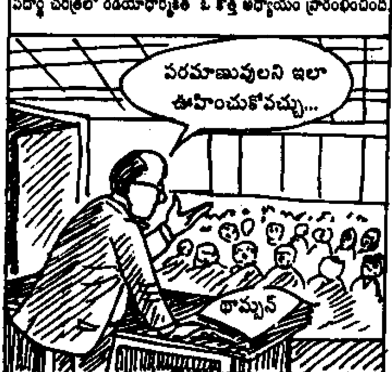
మూడు రకాల కిరణాలు ఉన్నాయి...
ఆల్ఫా, బీటా, గామా



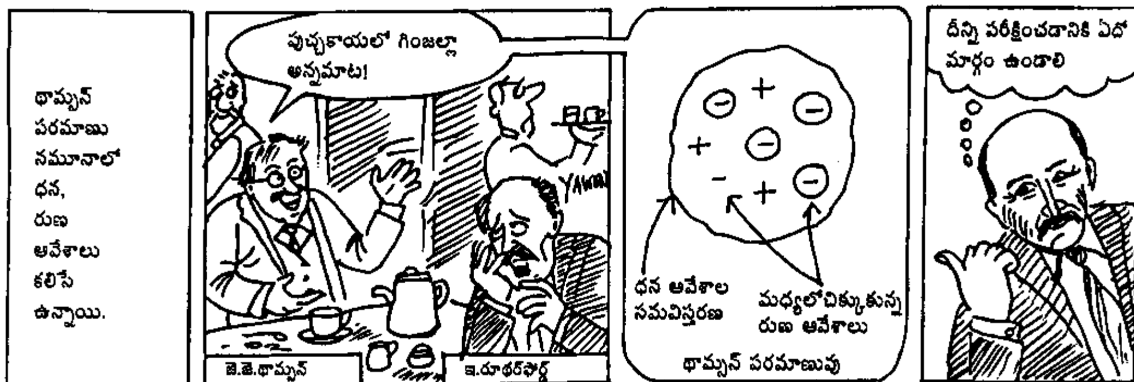


కొన్ని ఏళ్ల
శ్రమించి
శక్తివంతమైన
రేడియోధార్మిక
మూలమైన
రేడియంని
కనుక్కున్నారు.

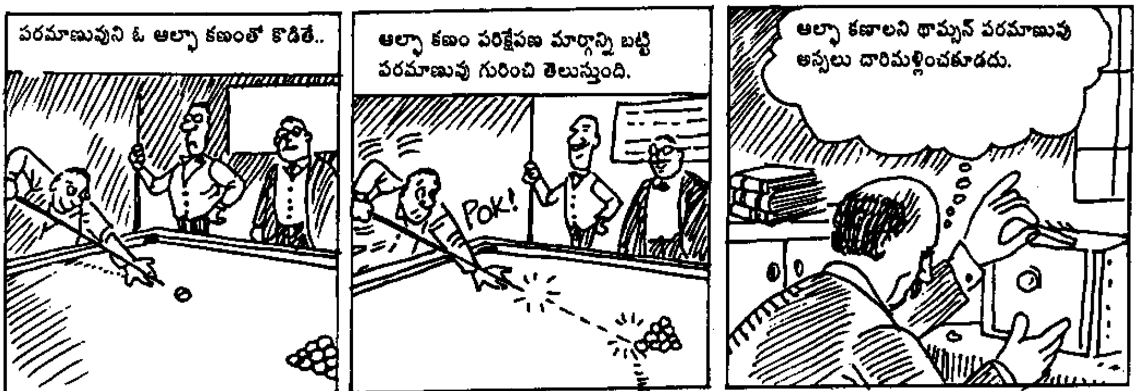
పదార్థ చరిత్రలో రేడియోధార్మికత ఓ కొత్త అధ్యాయం ప్రారంభించింది.



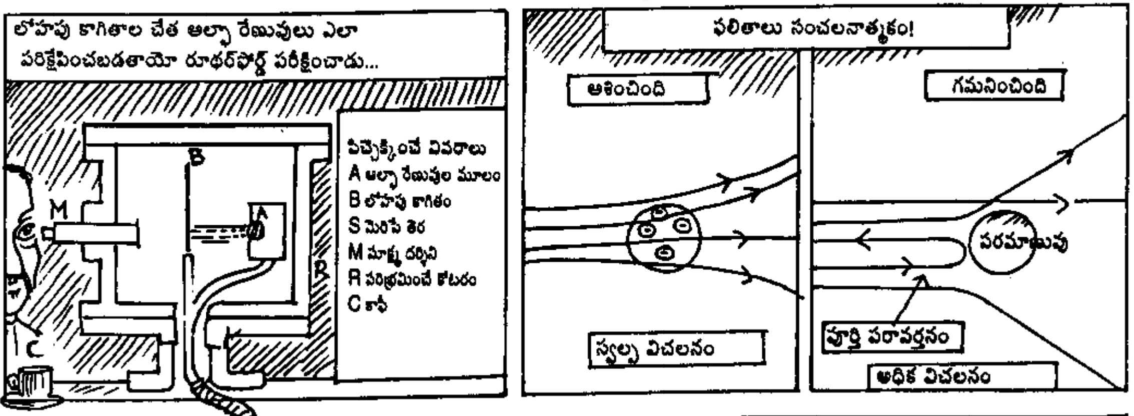




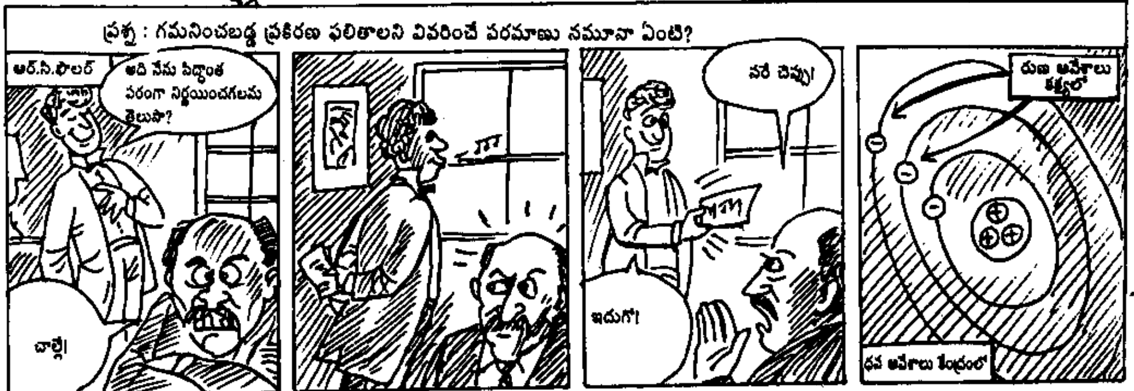
థామ్సన్ పరమాణు నమూనాలో ధన, రుణ ఆవేశాలు కలిసే ఉన్నాయి.
పుచ్చకాయలో గింజల్లా అన్నమాట!
YAWN
జె.జె.థామ్సన్
ఇ.రూథర్‌ఫోర్డ్
ధన ఆవేశాల సమవిస్తరణ
మధ్యలోచిక్కుకున్న రుణ ఆవేశాలు
థామ్సన్ పరమాణువు
దీన్ని పరీక్షించడానికి ఏదో మార్గం ఉండాలి



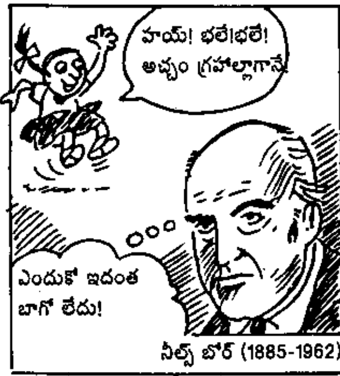
పరమాణువుని ఓ ఆల్ఫా కణంతో కొడితే..
ఆల్ఫా కణం పరిక్షేపణ మార్గాన్ని బట్టి పరమాణువు గురించి తెలుస్తుంది.
POK!
ఆల్ఫా కణాలని థామ్సన్ పరమాణువు అస్సలు దారిమళ్లించకూడదు.

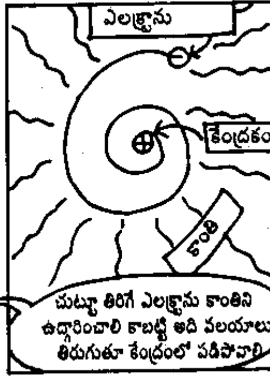


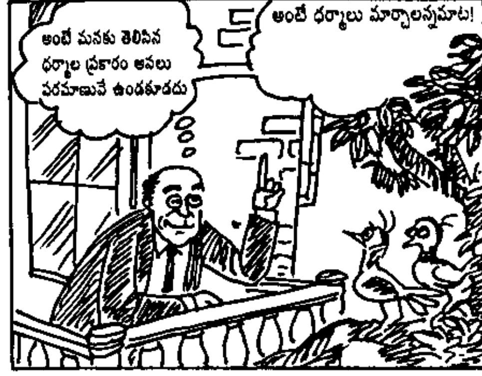
లోహపు కాగితాల చేత ఆల్ఫా రేణువులు ఎలా పరిక్షేపించబడతాయో రూథర్‌ఫోర్డ్ పరీక్షించాడు...
పిచ్చెక్కించే వివరాలు
A ఆల్ఫా రేణువుల మూలం
B లోహపు కాగితం
S మెరిసే తెర
M సూక్ష్మ దర్శిని
R పరిభ్రమించే కొటరం
C కాఫీ
ఫలితాలు సంచలనాత్మకం!
ఆశించింది
గమనించింది
పరమాణువు
స్వల్ప విచలనం
పూర్తి పరావర్తనం
అధిక విచలనం

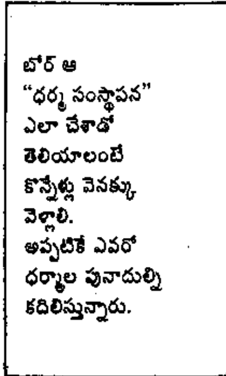


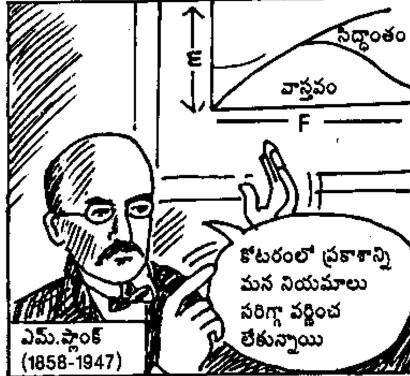
ప్రశ్న : గమనించబడ్డ ప్రకిరణ ఫలితాలని వివరించే పరమాణు నమూనా ఏంటి?
ఆర్.సి.ఫౌలర్
అది నేను సిద్ధాంత పరంగా నిర్ణయించగలను తెలుసా?
చాల్లే!
సరే చెప్పు!
ఇదుగో!
రుణ ఆవేశాలు కక్ష్యలో
ధన ఆవేశాలు కేంద్రంలో

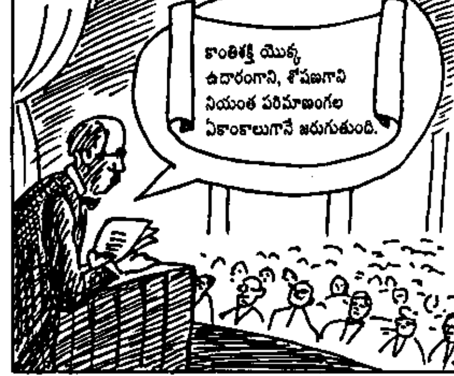

హాయ్! భలే!భలే!
అచ్చం గ్రహాల్లాగానే!
ఎందుకో ఇదంత
బాగో లేదు!
నీల్స్ బోర్ (1885-1962)

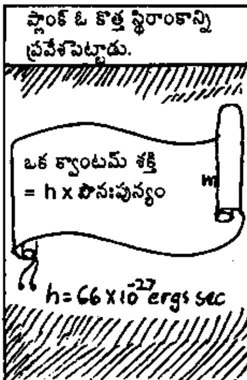

ఎలక్ట్రాను
కేంద్రకం
కాంతి
చుట్టూ తిరిగే ఎలక్ట్రాను కాంతిని
ఉద్గారించాలి కాబట్టి అది వలయాలు
తిరుగుతూ కేంద్రంలో పడిపోవాలి

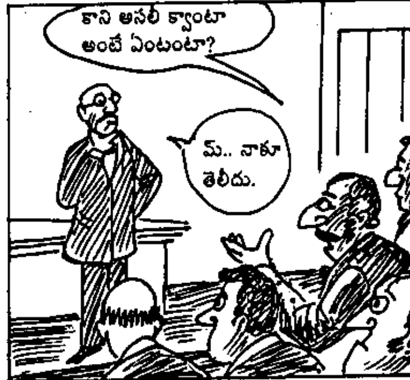

అంటే మనకు తెలిసిన
ధర్మాల ప్రకారం అసలు
పరమాణువే ఉండకూడదు
అంటే ధర్మాలు మార్చాలన్నమాట!

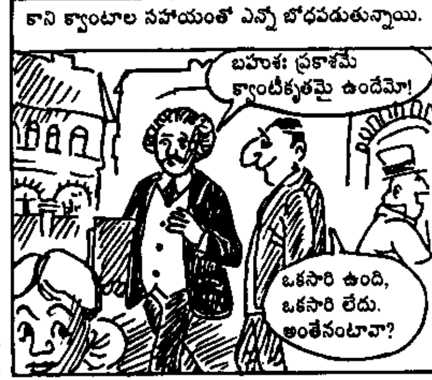

బోర్ ఆ
"ధర్మ సంస్థాపన"
ఎలా చేశాడో
తెలియాలంటే
కొన్నేళ్లు వెనక్కు
వెళ్లాలి.
అప్పటికే ఎవరో
ధర్మాల పునాదుల్ని
కదిలిస్తున్నారు.

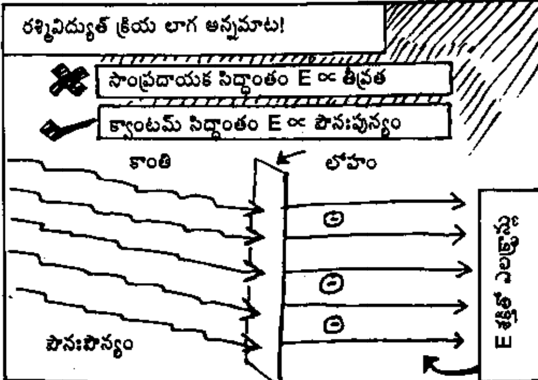

E
సిద్ధాంతం
వాస్తవం
F
కోటరంలో ప్రకాశాన్ని
మన నియమాలు
సరిగ్గా వర్ణించ
లేకున్నాయి
ఎమ్.ప్లాంక్
(1858-1947)


కాంతిశక్తి యొక్క
ఉదారంగాని, శోషణగాని
నియంత పరిమాణంగల
ఏకాంకాలుగానే జరుగుతుంది.


ప్లాంక్ ఓ కొత్త స్థిరాంకాన్ని
ప్రవేశపెట్టాడు.
ఒక క్వాంటమ్ శక్తి
= h x పౌనఃపున్యం
h=6.6 x 10-27 ergs sec

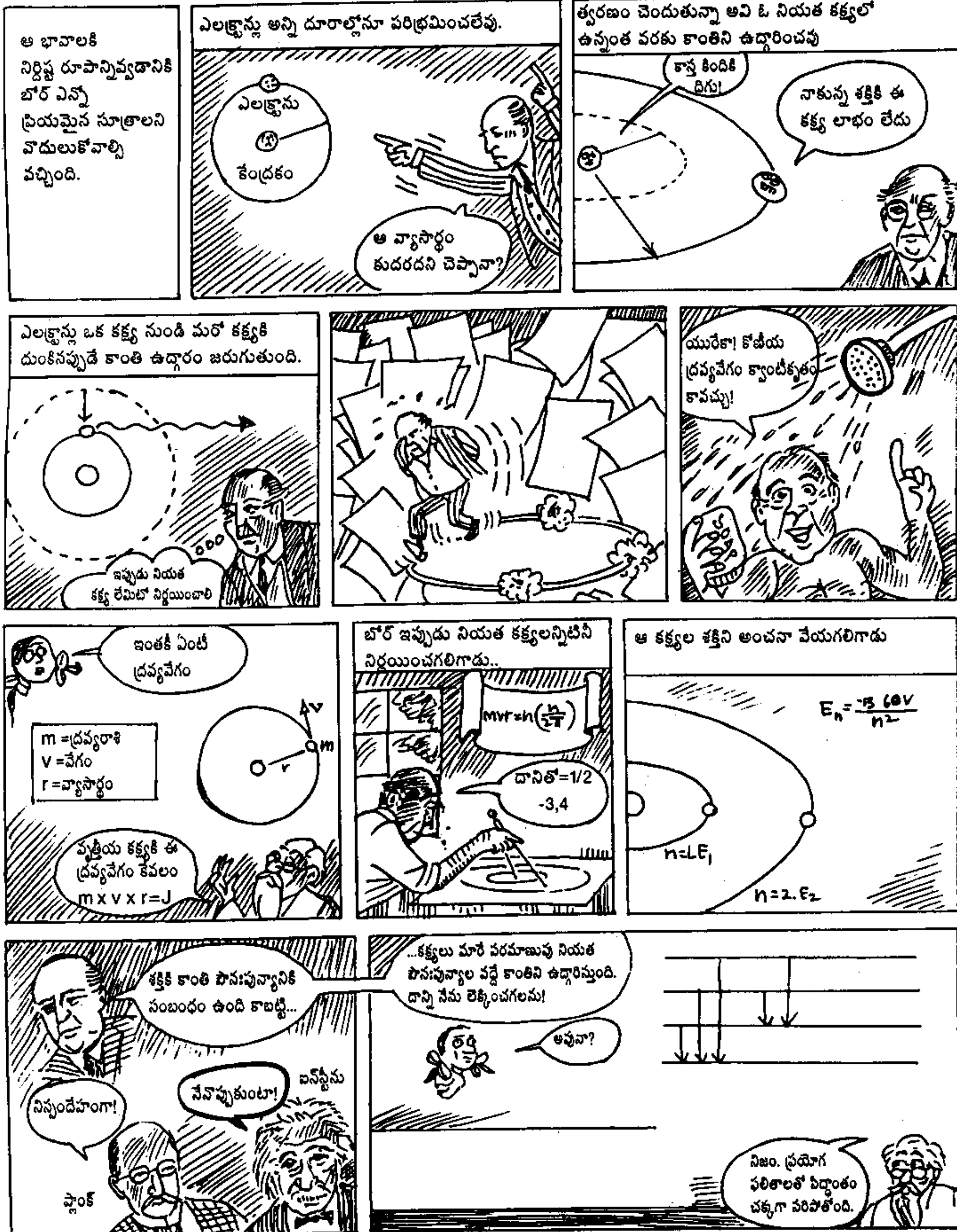

కాని అసలి క్వాంటా
అంటే ఏంటంటా?
మ్.. నాకూ
తెలీదు.


కాని క్వాంటాల సహాయంతో ఎన్నో బోధపడుతున్నాయి.
బహుశః ప్రకాశమే
క్వాంటీకృతమై ఉందేమో!
ఒకసారి ఉంది,
ఒకసారి లేదు.
అంతేనంటావా?


రశ్మివిద్యుత్ క్రియ లాగ అన్నమాట!
సాంప్రదాయక సిద్ధాంతం E ∝ తీవ్రత
క్వాంటమ్ సిద్ధాంతం E ∝ పౌనఃపున్యం
కాంతి
లోహం
E శక్తి ఎలక్ట్రాన్లు
పౌనఃపౌన్యం


ఇవన్నీ బోర్ ఆలోచనలని మలచాయి..
ప్రకాశం కేవలం
క్వాంటీకృత శక్తి అయితే..


...పరమాణువుల్లో ఎలక్ట్రాన్ల శక్తి
కూడా అలాంటిదే
అయ్యుండొచ్చుగా!


ఆ భావాలకి నిర్దిష్ట రూపాన్నివ్వడానికి బోర్ ఎన్నో ప్రియమైన సూత్రాలని వొదులుకోవాల్సి వచ్చింది.
ఎలక్ట్రాన్లు అన్ని దూరాల్లోనూ పరిభ్రమించలేవు.
ఎలక్ట్రాను
కేంద్రకం
ఆ వ్యాసార్థం కుదరదని చెప్పానా?
త్వరణం చెందుతున్నా అవి ఓ నియత కక్ష్యలో ఉన్నంత వరకు కాంతిని ఉద్గారించవు
కాస్త కిందికి దిగు!
నాకున్న శక్తికి ఈ కక్ష్య లాభం లేదు
ఎలక్ట్రాన్లు ఒక కక్ష్య నుండి మరో కక్ష్యకి దుంకినప్పుడే కాంతి ఉద్గారం జరుగుతుంది.
ఇప్పుడు నియత కక్ష్య లేమిటో నిర్ణయించాలి
యురేకా! కోణీయ ద్రవ్యవేగం క్వాంటీకృతం కావచ్చు!
ఇంతకీ ఏంటీ ద్రవ్యవేగం
m =ద్రవ్యరాశి
V =వేగం
r =వ్యాసార్థం
v
m
r
వృత్తీయ కక్ష్యకి ఈ ద్రవ్యవేగం కేవలం m x v x r=J
బోర్ ఇప్పుడు నియత కక్ష్యలన్నిటినీ నిర్ణయించగలిగాడు..
$mvr = n\left(\frac{h}{2\pi}\right)$
దానితో=1/2 -3,4
ఆ కక్ష్యల శక్తిని అంచనా వేయగలిగాడు
$E_n = \frac{-13.6eV}{n^2}$
$n=1.E_1$
$n=2.E_2$
శక్తికి కాంతి పౌనఃపున్యానికి సంబంధం ఉంది కాబట్టి...
...కక్ష్యలు మారే పరమాణువు నియత పౌనఃపున్యాల వద్దే కాంతిని ఉద్గారిస్తుంది. దాన్ని నేను లెక్కించగలను!
అవునా?
ఐన్‌స్టీను
నేనొప్పుకుంటా!
నిస్సందేహంగా!
ప్లాంక్
నిజం. ప్రయోగ ఫలితాలతో సిద్ధాంతం చక్కగా సరిపోతోంది.

మరిన్ని
చిక్కులు పుట్టి వాటి
మూలంగా
అవగాహన మరింత
విస్తరించింది.
ముందుగా సోమర్ ఫీల్డ్
దీర్ఘవృత్తీయ కక్ష్యలని
ప్రవేశపెట్టాడు.

ఎం.సోమర్‌ఫీల్డ్ 1868-1951

ఒకే శక్తిగల వృత్తీయ,
దీర్ఘవృత్తీయ కక్ష్యలు
రెండూ ఉండొచ్చు.

నే మొదట్నుంచీ
చెప్తూనే ఉన్నా!

భూమి

కెప్లర్

n = 1కి ఒక వృత్తీయ,
దీర్ఘవృత్తీయ కక్ష్యలు
రెండూ ఉండొచ్చు.

అప్పుడొచ్చింది పౌలీ వర్జన నియమం

ఒకే కక్ష్యలో రెండు
కన్నా ఎక్కువ
ఎలక్ట్రాన్లని ఉంచలేం

ఎందుకో

పౌలీ (1900-1958)

ఎందుకంటే ముగ్గురు
చేరితే మూక అవుతుంది
పైగా...

Periodic Table of the Elements

...ఈ నియమంతో
ఆవర్తన పట్టికను
వివరించగలను.

వివరించగలిగాడు కూడా!

కాని ఇవన్నీ
నిరాధారం!

ఇంతకీ
ఏమిటీ
కక్ష్యలు?

అవలీ నియమాలు
ఎందుకు పనిచేస్తున్నాయి?

ఇంకా కచ్చితమైన సమాధానాలు దొరకడానికి మరి కొంత కాలం పట్టింది

కణాలకి, తరంగాలకి
నిజంగా అంత తేడా
ఉందా?

ల.దబ్రోయి

విద్యుదయస్కాంత
తరంగాలకి కణ
లక్షణాలున్నాయి

అటువంటప్పుడు కణాలకి
తరంగ లక్షణాలు ఎందుకు
ఉండకూడదు?

ఎలక్ట్రానుకి ఓ పైలట్ తరంగం జత చేస్తే బోర్
భావానికి వివరణ దొరుకుతుంది.

పైలట్
తరంగమా?

ఒక్క దెబ్బతో
దబ్రోయి కణానికి
తరంగానికి మధ్య
దూరాన్ని
మాయం చేశాడు.

దబ్రోయి

ప్రతీ కణానికి ఓ నియత
తరంగ దైర్ఘ్యం ఉన్న ఓ పైలట్
తరంగాన్ని జత చేయొచ్చు.

వేగం: V

కణాలు

ద్రవ్యరాశి : M

తరంగం: W ←λ→

$\lambda = \frac{h}{mv}$

కాని లూయీ! ఇది వెర్రితనం
అంటాను. ఈ తరంగాలు
మనకి కనిపించవేం?

ఓ అదా? ఎందుకంటే
ఆ తరంగదైర్ఘ్యం
చాలా చిన్నది.

ఈ పుస్తకానికి అనుబంధిత పైలట్
తరంగపు తరంగదైర్ఘ్యం 10^{-31} సెమీలు

కాని ఇవన్నీ
పరీక్షించేవి కావులే!

చూస్తావుగా!

తరంగ స్వభావాన్ని పరీక్షించాలంటే వివర్తనాన్ని నిరూపించాలి...

కణాలు

"తరంగాలు"

ఎ.జె.డెవిసన్ 1881-1958

అది సాధ్యమే
ననుకుంటా!

కాని దేంతో?

ఏముంది?
ఎలక్ట్రాన్లతో,
స్ఫటిక జాలకంతో!

ఎల్.హెచ్.జర్మర్

నిజంగానే పైలట్ తరంగాలని నిరూపించడం సాధ్యమయ్యింది

ఫోటోసామగ్రి

స్ఫటికజాలకం

ఎలక్ట్రాన్ మూలం

కణాలు

ఎలక్ట్రాను వివర్తనం చెందుతుంది!

తరంగం

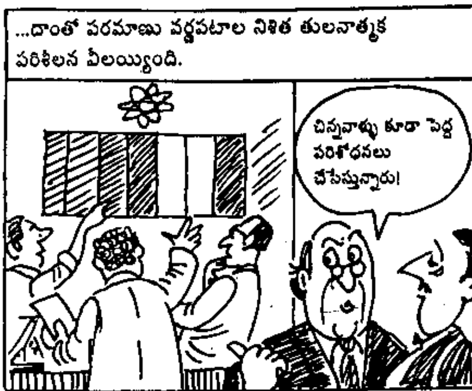
పైలట్ తరంగం
గురించి అవిస్పష్ట
భావాల నుండి,
సంపూర్ణ క్వాంటం
సిద్ధాంతాన్ని
చేరుకోవడం
చాలా పెద్ద
మెట్టే. ఆ సిద్ధాంతానికి
ప్రాణం పోసిన
వారు...

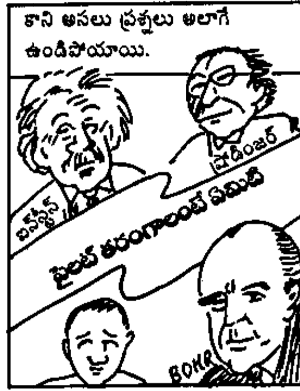
ష్రోడింజర్ (1887-1961)

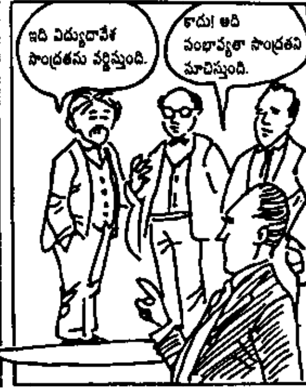
హైసెన్బర్గ్ (1901-1976)

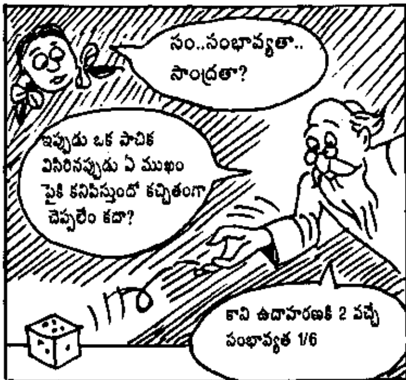
ష్రోడింజర్ పైలట్ తరంగ లక్షణాలని గణిత
శాస్త్రపరంగా సూత్రీకరించాడు.

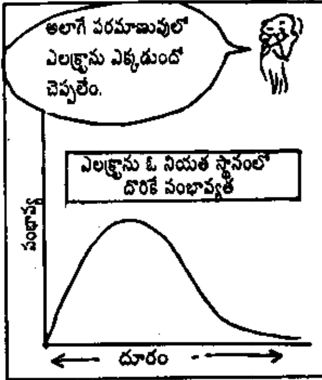
ఎలక్ట్రాను లక్షణం
ఇప్పుడు బాగా
కనిపిస్తోంది.

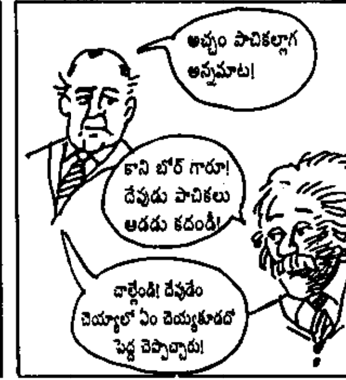




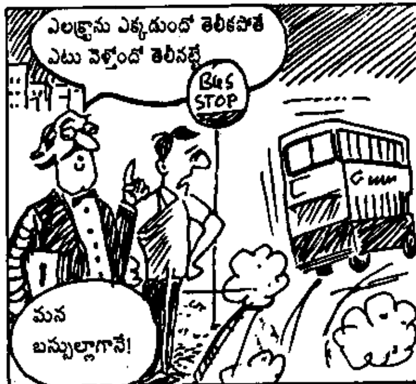


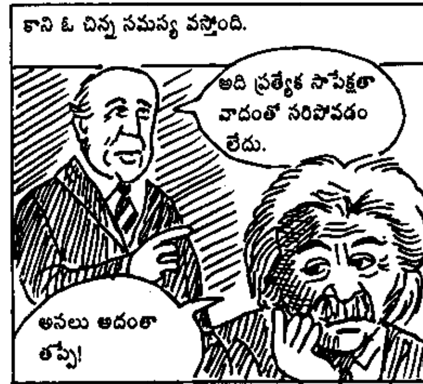


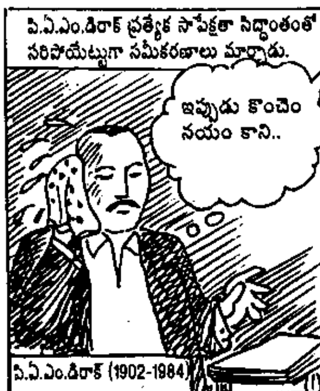


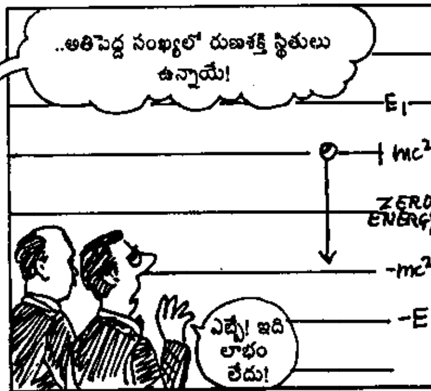


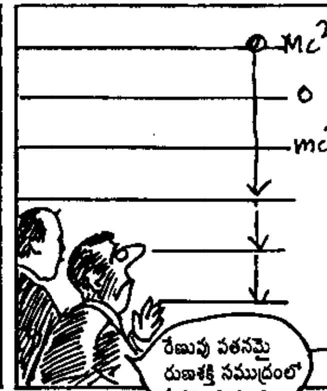
క్వాంటమ్ సిద్ధాంతంలో భావనలు విస్పష్టంగా రూపుదేలి, కొన్ని వ్యావహారిక సూత్రాలుగా రూపుదాల్చాయి. అందులో ముఖ్యమయినది అనిశ్చయత్వ సిద్ధాంతం.

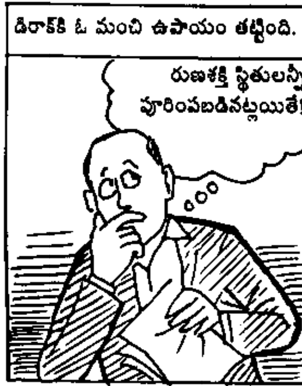


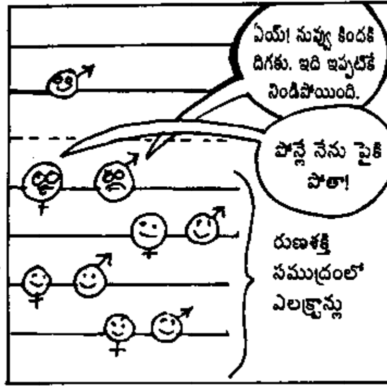


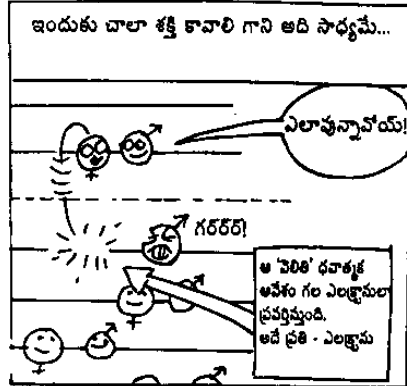


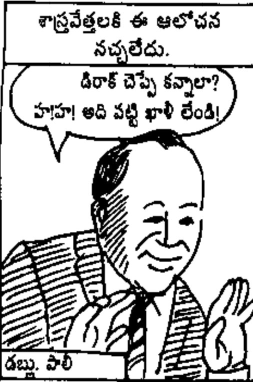


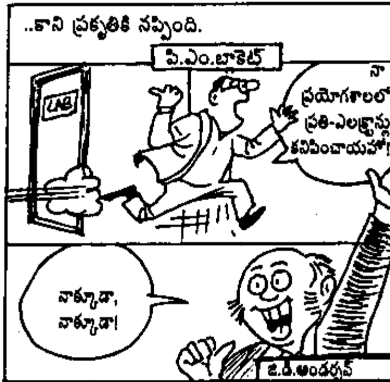


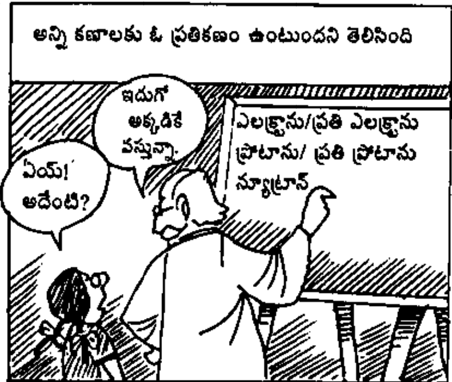

డిరాక్‌కి ఓ మంచి ఉపాయం తట్టింది.
రుణశక్తి స్థితులన్నీ పూరింపబడినట్లయితే!

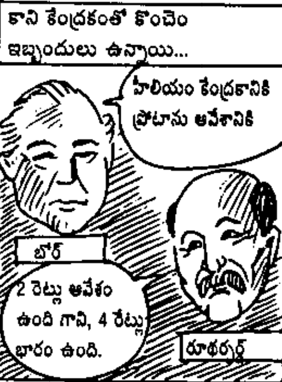

ఏయ్! నువ్వు కిందకి దిగకు. ఇది ఇప్పటికే నిండిపోయింది.
పోన్లే నేను పైకి పోతా!
రుణశక్తి సముద్రంలో ఎలక్ట్రాన్లు

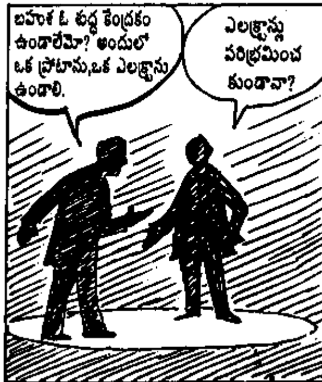

ఇందుకు చాలా శక్తి కావాలి గాని అది సాధ్యమే...
ఎలావున్నావోయ్!
గరరర!
ఆ 'వెలితి' ధనాత్మక ఆవేశం గల ఎలక్ట్రానులా ప్రవర్తిస్తుంది.
అదే ప్రతి - ఎలక్ట్రాను

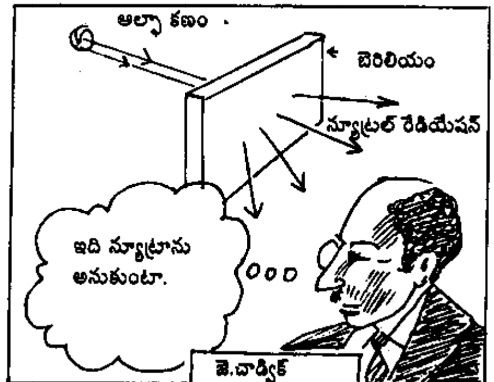

శాస్త్రవేత్తలకి ఈ ఆలోచన నచ్చలేదు.
డిరాక్ చెప్పే కన్నాలా? హ!హ! అది వట్టి ఖాళీ లేండి!
డబ్ల్యు. పౌలీ

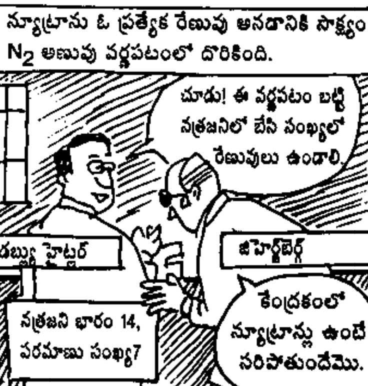

..కాని ప్రకృతికి నచ్చింది.
పి.ఎం.బ్లాకెట్
LAB
నా ప్రయోగశాలలో ప్రతి-ఎలక్ట్రాన్లు కనిపించాయహో!
వాక్కుడా, వాక్కుడా!
జె.డి.ఆండర్సన్

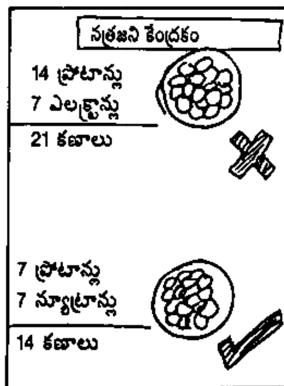

అన్ని కణాలకు ఓ ప్రతికణం ఉంటుందని తెలిసింది
ఇదుగో అక్కడికే వస్తున్నా.
ఏయ్! అదేంటి?
ఎలక్ట్రాను/ప్రతి ఎలక్ట్రాను
ప్రోటాను/ ప్రతి ప్రోటాను
న్యూట్రాన్

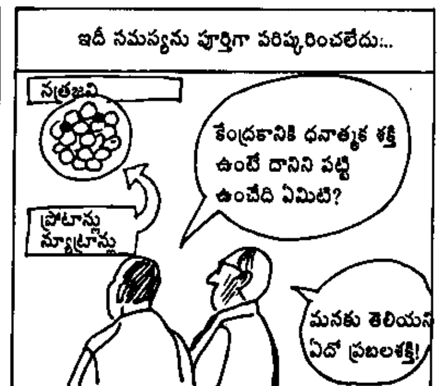

కాని కేంద్రకంతో కొంచెం ఇబ్బందులు ఉన్నాయి...
హీలియం కేంద్రకానికి ప్రోటాను ఆవేశానికి
బోర్
2 రెట్లు ఆవేశం ఉంది గాని, 4 రెట్లు భారం ఉంది.
రూథర్‌ఫర్డ్

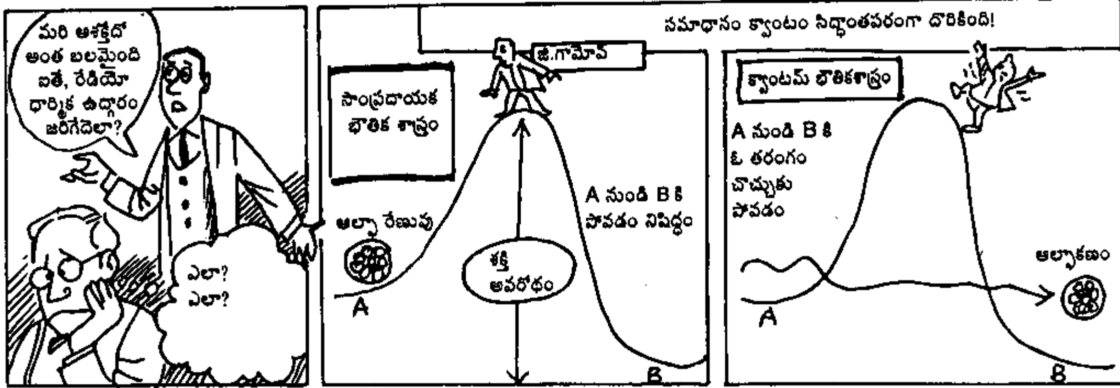

బహుశ ఓ శుద్ధ కేంద్రకం ఉండాలేమో? అందులో ఒక ప్రోటాను,ఒక ఎలక్ట్రాను ఉండాలి.
ఎలక్ట్రాన్లు పరిభ్రమించ కుండానా?

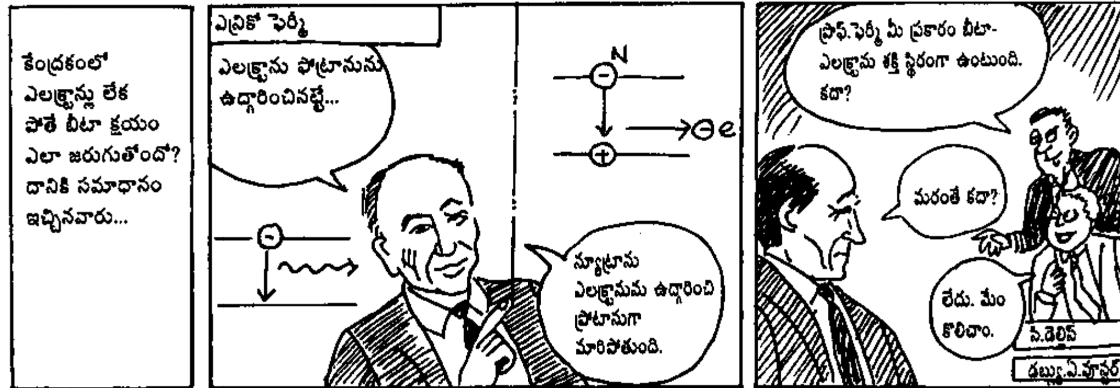

ఆల్ఫా కణం
బెరిలియం
న్యూట్రల్ రేడియేషన్
ఇది న్యూట్రాను అనుకుంటా.
జె.చాడ్విక్

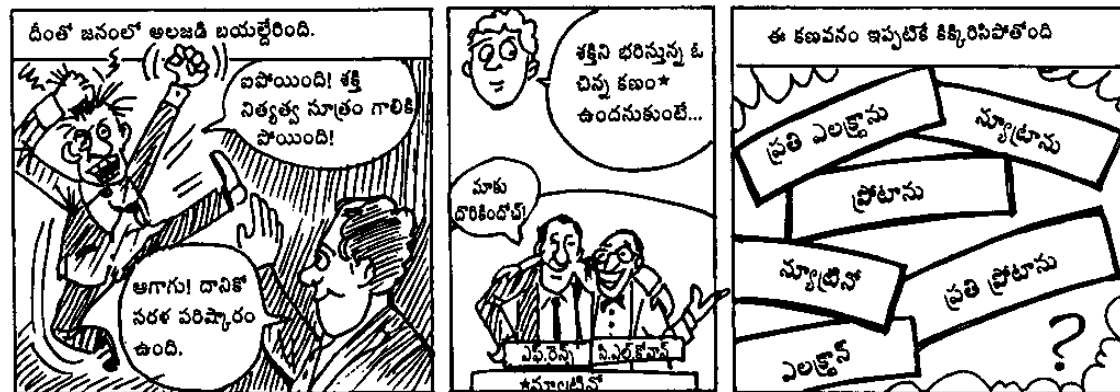

న్యూట్రాను ఓ ప్రత్యేక రేణువు అనడానికి సాక్ష్యం N2 అణువు వర్ణపటంలో దొరికింది.
చూడు! ఈ వర్ణపటం బట్టి నత్రజనిలో బేసి సంఖ్యలో రేణువులు ఉండాలి.
డబ్ల్యు హైట్లర్
జి హెర్జ్‌బెర్గ్
నత్రజని భారం 14, పరమాణు సంఖ్య7
కేంద్రకంలో న్యూట్రాన్లు ఉంటే సరిపోతుందేమొ.

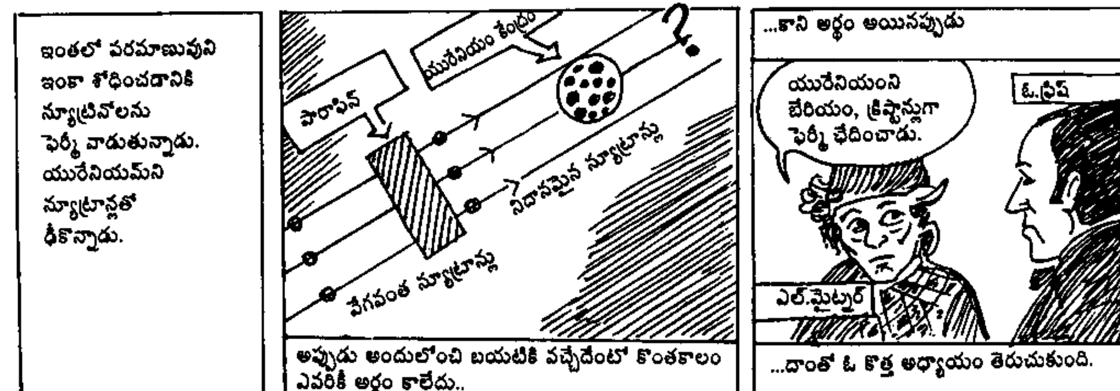

నత్రజని కేంద్రకం
14 ప్రోటాన్లు
7 ఎలక్ట్రాన్లు
21 కణాలు
7 ప్రోటాన్లు
7 న్యూట్రాన్లు
14 కణాలు


ఇదీ సమస్యను పూర్తిగా పరిష్కరించలేదు...
నత్రజని
ప్రోటాన్లు న్యూట్రాన్లు
కేంద్రకానికి ధనాత్మక శక్తి ఉంటే దానిని పట్టి ఉంచేది ఏమిటి?
మనకు తెలియని ఏదో ప్రబలశక్తి!


మరి ఆశక్తిదో అంత బలమైంది ఐతే, రేడియో ధార్మిక ఉద్గారం జరిగేదెలా?
ఎలా? ఎలా?
సమాధానం క్వాంటం సిద్ధాంతపరంగా దొరికింది!
జి.గామోవ్
సాంప్రదాయక భౌతిక శాస్త్రం
ఆల్ఫా రేణువు
శక్తి అవరోధం
A నుండి B కి పోవడం నిషిద్ధం
A
B
క్వాంటమ్ భౌతికశాస్త్రం
A నుండి B కి ఓ తరంగం చొచ్చుకు పోవడం
ఆల్ఫాకణం
A
B


కేంద్రకంలో ఎలక్ట్రాన్లు లేక పోతే బీటా క్షయం ఎలా జరుగుతోందో? దానికి సమాధానం ఇచ్చినవారు...
ఎన్రికో ఫెర్మీ
ఎలక్ట్రాను ఫోట్రానును ఉద్గారించినట్టే...
N
e
న్యూట్రాను ఎలక్ట్రానును ఉద్గారించి ప్రోటానుగా మారిపోతుంది.
ప్రొఫ్.ఫెర్మీ మీ ప్రకారం బీటా-ఎలక్ట్రాను శక్తి స్థిరంగా ఉంటుంది. కదా?
మరంతే కదా?
లేదు. మేం కొలిచాం.
సి.డెలిస్
డబ్ల్యు.ఏ.పూస్టర్


దీంతో జనంలో అలజడి బయల్దేరింది.
ఐపోయింది! శక్తి నిత్యత్వ సూత్రం గాలికి పోయింది!
ఆగాగు! దానికో సరళ పరిష్కారం ఉంది.
శక్తిని భరిస్తున్న ఓ చిన్న కణం* ఉందనుకుంటే...
మాకు దొరికిందోచ్!
ఎఫ్.రెన్స్
సి.ఎల్.కోవాన్
*న్యూట్రినో
ఈ కణవనం ఇప్పటికే కిక్కిరిసిపోతోంది
ప్రతి ఎలక్ట్రాను
న్యూట్రాను
ప్రోటాను
న్యూట్రినో
ప్రతి ప్రోటాను
ఎలక్ట్రాన్
?


ఇంతలో పరమాణువుని ఇంకా శోధించడానికి న్యూట్రినోలను ఫెర్మీ వాడుతున్నాడు. యురేనియమ్‌ని న్యూట్రాన్లతో ఢీకొన్నాడు.
పారాఫిన్
యురేనియం కేంద్రం
నిదానమైన న్యూట్రాన్లు
వేగవంత న్యూట్రాన్లు
అప్పుడు అందులోంచి బయటికి వచ్చేదేంటో కొంతకాలం ఎవరికీ అర్థం కాలేదు..
...కాని అర్థం అయినప్పుడు
యురేనియంని బేరియం, క్రిప్టాన్లుగా ఫెర్మీ ఛేదించాడు.
ఓ.ఫ్రిష్
ఎల్.మైట్నర్
...దాంతో ఓ కొత్త అధ్యాయం తెరుచుకుంది.

డిసెంబరు, 1938

ఫెర్మీ నిజంగానే పరమాణువుని బద్దలు కొట్టాడు.

ఫ్రిష్

మైట్నర్

ఆ ప్రక్రియ ఇలా జరుగుతుంది.

n

Ba

n

n

n

Kr

అలా ఉత్పన్నమైన న్యూట్రాన్లు మరిన్ని అణువిచ్ఛిత్తులకి దారి తీస్తే అపారమైన శక్తి విడుదల అవుతుంది. విస్ఫోటం అవుతుంది.

బోర్ ఫెర్మి

విగ్నర్ టెల్లర్

హైసెన్‌బెర్గ్

ఆట్టోహాన్

కాపిట్జా లండావు

సఖరోవ్

అమెరికా

జర్మనీ

రష్యా

దాని సాంకేతిక పర్యవసానాలు అందరికీ తెలిసినవే...

హిరోషిమాపై అణుబాంబు!

ఇందులో ఓ చేదైన విధివిలాసం కనిపిస్తోంది.

ఇంతలో శుద్ధ భౌతిక శాస్త్రం ముందుకు దూసుకుపోతోంది.

కేంద్రకంలో ప్రోటాన్లని ఏదో బలమైన శక్తి కలిపి ఉంచుతోంది.

హెచ్.యుకావా (1907-1981)

ఫోటాన్ల వినియమం చేత విద్యుదయస్కాంత చర్యలు సాధ్యమైనట్లే

ELECTRON

PHOTON

ELECTRON

దీనికి గామోవ్ సూచించిన ఓ సామాన్య ఉపమానం!

బలవత్తర బలం కూడా మెసాను వినిమయం వల్ల జరుగుతాయి...

ద్రవ్యరాశి : m

మెసాను

ప్రోటాను

ప్రోటాను

అంచనావేయబడ్డ ద్రవ్యరాశి =1/7 x ప్రోటాను ద్రవ్యరాశి

కొన్ని అర్ధంకుల తరువాత 1947లో అలాంటి కణం కనుక్కున్నారు.

నోబెల్ బహుమతి గ్రహీతలు

1950

సి.పొవెల్

1949

మొట్టమొదటి జపాను దేశపు నోబెల్ బహుమతి గ్రహీత - హెచ్.యుకావా

శాస్త్రవేత్తలకి ఇప్పటికి నాలుగు రకాల బలాలు తెలుసు

బలవత్తరం

కేంద్రకాన్ని కలిపి ఉంచుతుంది

బలహీనం

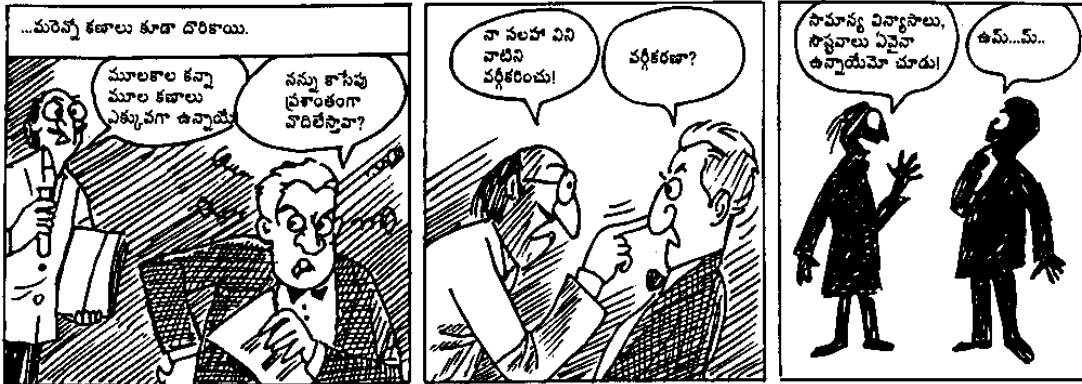
బీటా క్షయం కలిగిస్తుంది

విద్యుదయస్కాంతకం .

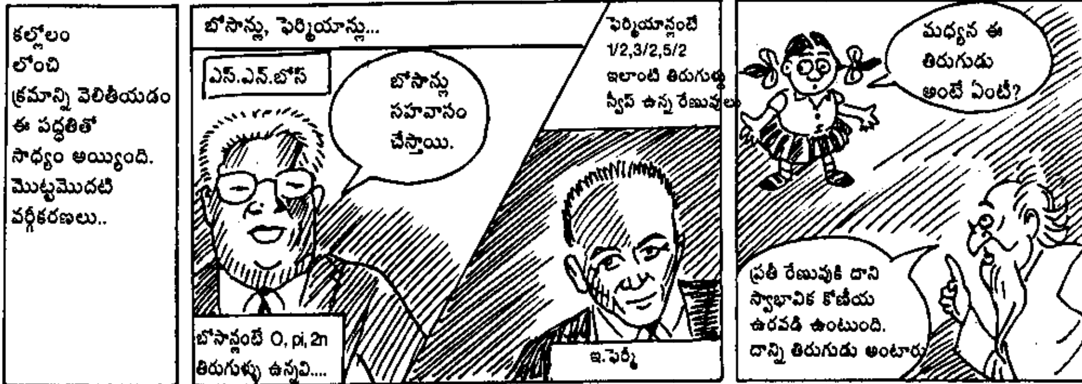
పరమాణువుల్ని కలిపి ఉంచుతుంది.

గురుత్వం

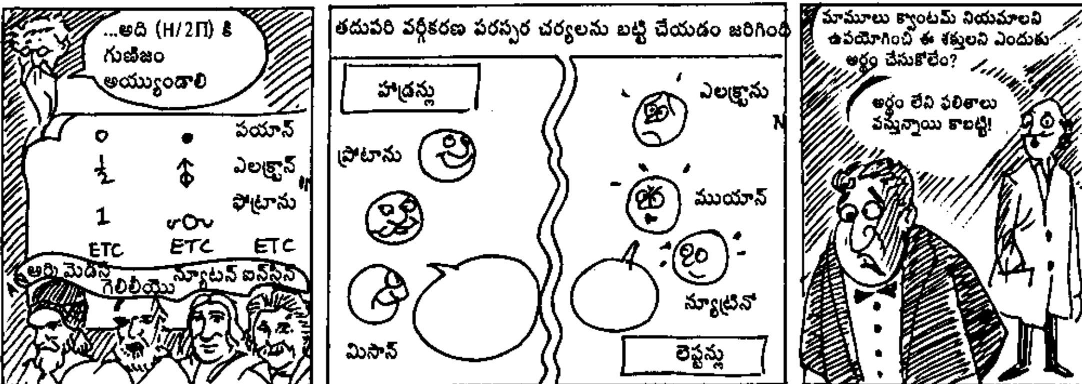
శాస్త్రవేత్తలు భూమి నుండి పారిపోకుండా అట్టేపెడుతుంది!



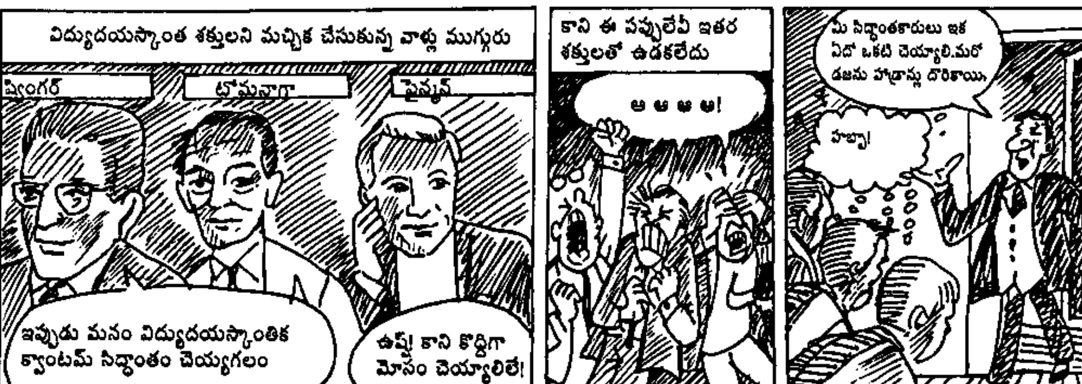
...మరెన్నో కణాలు కూడా దొరికాయి.
మూలకాల కన్నా మూల కణాలు ఎక్కువగా ఉన్నాయే
నన్ను కాసేపు ప్రశాంతంగా వాదిలేస్తావా?
నా సలహా విని వాటిని వర్గీకరించు!
వర్గీకరణా?
సామాన్య విన్యాసాలు, సౌష్టవాలు ఏవైనా ఉన్నాయేమో చూడు!
ఉమ్...మ్..



కల్లోలం లోంచి క్రమాన్ని వెలితీయడం ఈ పద్ధతితో సాధ్యం అయ్యింది. మొట్టమొదటి వర్గీకరణలు..
బోసాన్లు, ఫెర్మియాన్లు...
ఎస్.ఎన్.బోస
బోసాన్లు సహవాసం చేస్తాయి.
బోసాన్లంటే 0, pi, 2n తిరుగుళ్ళు ఉన్నవి....
ఫెర్మియాన్లంటే 1/2,3/2,5/2 ఇలాంటి తిరుగుళ్ళ స్పిన్ ఉన్న రేణువులు
ఇ.ఫెర్మి
మధ్యన ఈ తిరుగుడు అంటే ఏంటి?
ప్రతీ రేణువుకి దాని స్వాభావిక కోణీయ ఉరవడి ఉంటుంది. దాన్ని తిరుగుడు అంటారు

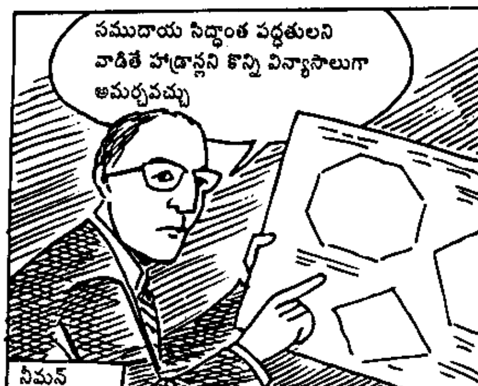


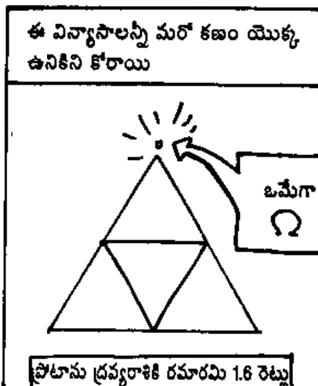
...అది (H/2Π) కి గుణిజం అయ్యుండాలి
పయాన్
ఎలక్ట్రాన్
ఫోట్రాను
1
ETC
ETC
ETC
అరిస్టాటిల్ మెడిన్
గెలీలియో
న్యూటన్ ఐన్‌స్టీన్
తదుపరి వర్గీకరణ పరస్పర చర్యలను బట్టి చేయడం జరిగింది
హాడ్రన్లు
ప్రోటాను
మిసాన్
ఎలక్ట్రాను
ముయాన్
న్యూట్రినో
లెప్టన్లు
మామూలు క్వాంటమ్ నియమాలని ఉపయోగించి ఈ శక్తులని ఎందుకు అర్థం చేసుకోలేం?
అర్థం లేని ఫలితాలు వస్తున్నాయి కాబట్టి!

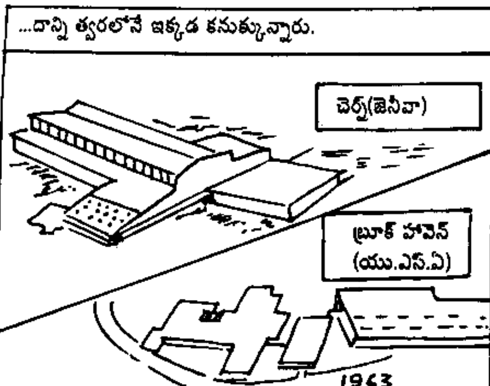


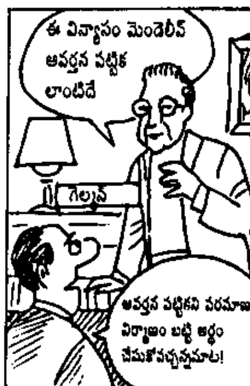
విద్యుదయస్కాంత శక్తులని మచ్చిక చేసుకున్న వాళ్లు ముగ్గురు
ష్వింగర్
టోమొనాగా
ఫైన్మన్
ఇప్పుడు మనం విద్యుదయస్కాంతిక క్వాంటమ్ సిద్ధాంతం చెయ్యగలం
ఉష్! కాని కొద్దిగా మోసం చెయ్యాలిలే!
కాని ఈ పప్పులేవీ ఇతర శక్తులతో ఉడకలేదు
అ అ అ అ!
మీ సిద్ధాంతకారులు ఇక ఏదో ఒకటి చెయ్యాలి.మరో డజను హాడ్రాన్లు దొరికాయి.
హబ్బా!

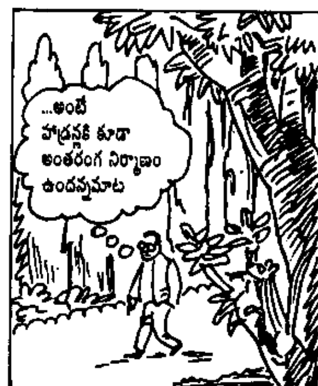
హాడ్రాన్లని
క్రమబద్ధీకరించడంలో
మొదటి
మెట్టు వేసిన
వారు ఎం.గెల్మన్,
వై.నీమన్

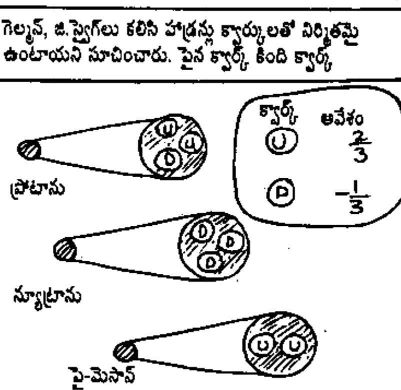


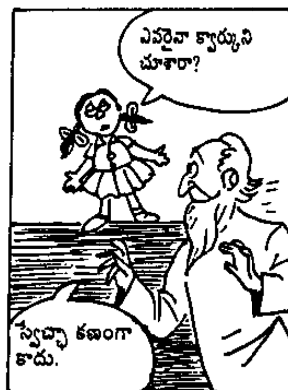


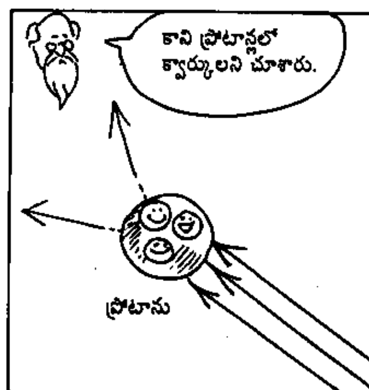




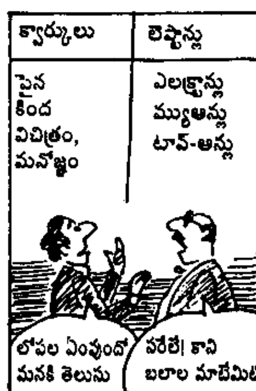


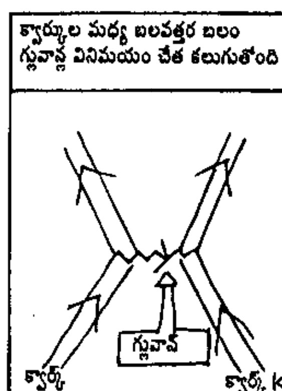


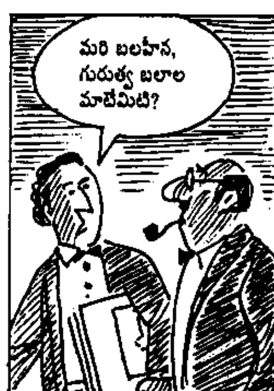




క్వార్కులని,
లెప్టాన్లని అర్థం
చేసుకోవడమే
సమస్యకి
తాత్పర్యం
అయ్యింది.
కాని మరెన్నో
ఉన్నాయని
తరువాత
కనుక్కున్నారు.







ఎన్నో ఏళ్ల పరిశ్రమ తరువాత ఓ హఠాత్ విజయం సిద్ధించింది

ఎ.వలామ్

ఎస్.వెన్బర్గ్

విద్యుత్, బలహీన బలాలని
విద్యుదృలహీన బలంగా ఏకీకరించడం
వీలయ్యింది.

ఈ విద్యుదృలహీన నమూనా కొత్త వినిమయ కణాల ఉనికిని అంచనా వేసింది. వాటిని కూడా తరువాత కనుక్కున్నారు.

వీళ్ల వద్ద యాతన
చాలంటావా?

భూమి

పాపం అయితే ఇప్పుడు
డబ్ల్యు,జెడ్ బోసాన్లని
ఇద్దాంలే!

భౌతిక శాస్త్ర
చరిత్రలో
ఆఖరు నిర్దిష్ట
పురోగతి అదే.
మన అవగాహన
మరింతగా
పెంపొందించడానికి
ఎన్నో ప్రయత్నాలు
జరిగాయి.

బలవత్తర శక్తులని కూడా
ఓ పట్టు పట్టొచ్చు, కాని

కాని?

...దానికి
దమ్ములుండాలోయ్

దమ్ములున్న శాస్త్రవేత్తలు మరో నిర్దిష్టమైన అంచనా వేశారు.

ప్రోటాన్లు అస్థిరమైనవి

మీ నాన్న
ఇంట్లో
లేడంటావేం?

మరి అయన్లో
ఉన్నవన్నీ
న్యూక్లియాన్లేగా?

ఈ అంచనాని ప్రపంచ వ్యాప్తంగా ప్రయోగాలు
ఇంకా నిర్ధారించాల్సి ఉంది

కోలార్

భారతదేశం

కాని మరో తలనొప్పి ఎప్పుడూ ఉంది

మరి
గురుత్వం
సంగతేంటి?

అదొకటి నా
ప్రాణానికి!

న్యూటన్

గురుత్వాన్ని మచ్చిక చేసుకునే ప్రయత్నం ఎన్నో ఒడుదుదుకులతో కూడుకున్నది

1980-1983

అతిసౌష్టవం గురుత్వాన్ని
చక్కగా వర్ణిస్తోంది

గురుత్వాకర్షణ

అతిసూత్రాలు అనే ఓ కొత్త సిద్ధాంత ప్రక్రియ ఈ రోజుల్లో ఓ సరదా వ్యాపకం

గురుత్వాన్ని ఈ
దారాలతో
కట్టేశాం

!?!

కాని కేవలం 10
కోణాలలోనే..

అలా సాగుతోంది కథ

మనం ఆరంభం అనుకునేది
అంతం అవుతోంది. మనం అంతం
అనుకునేది ఆరంభానికి పునాది
అవుతోంది. మనం మొదలుపెట్టే
దశే అంతం.

మీరు ఇక్కడ
ఉన్నారు!

పారిభాషిక పదజాలం

అచలస్థితి - State of Rest
అతినీలలోహిత - Ultraviolet
అపవర్తనం - Deflection
అనుదైర్ఘ్య తరంగాలు - Longitudanal waves
అయస్కాంత శాస్త్రం - Magnetism
ఆకర్షణ - Attraction
ఆవర్తన పట్టిక - Periodical table
ఆవిరి యంత్రం - Steam engine
ఇత్తడి - Brass
ఈథర్ - Ether
ఉష్ణగతి శాస్త్రం - Thermodynamics
ఉష్ణమానం - Thermometry
ఉష్ణం, ఉష్ణశక్తి - Heat
ఎంట్రోపి - Entropy
ఐస్లాండ్ స్పార్ - Iceland Spar
కదలిక - Motion
కక్ష్య - Orbit
కాలాయతనం - Curvature
కాల్క్యులస్ - Calculus
కాంతి పరావర్తనం - Reflection
కాంతి శాస్త్రం - Optics
క్వాంటమ్ సిద్ధాంతం - Quantum theory
కుజుడు - Mars
కుహరం - Cavity
కంపించే - Oscillating
కేంద్రకం - Nucleus
గతి / గమన నియమాలు - Laws of motion
గతి శక్తి - Kinetic Energy
గణన యంత్రం - Calculating machine
గ్రహగతి - Planetary Motion / Orbit
గాలి పంపు - Air Pump
గురుత్వాకర్షణ - Gravity
గోళం - Sphere
జాలకం - Lattice
జ్యామితి - Geometry
జీనో వైపరీత్యం - Zeno's Paradox
జీవ శాస్త్రం - Biology
డైనమో - Dynamo
తటస్థ స్థితి - Equilibrium
తరంగం - Wave
తరంగదైర్ఘ్యం - Wavelength
తర్కం - Logic
తలం - Plane
త్వరణం - Acceleration
తీవ్రత - Intensity
తులాదండం - Lever
ద్రవ్యరాశి - Mass
ద్విపద సిద్ధాంతం - Binomial theorem
ద్విపరావర్తనం - Double reflection
దీర్ఘవృత్తం - Elliptical
దూరదర్శిని - Telescope
దృష్టినిక్షేప - Parallox
ధృవం - Pole
నాభి - Focus
నియత ధర్మాలు - Set Laws
నీటి స్తంభం - Column of water
పట్టకం - Prism
పతన కిరణం పుంజం - Incident Light Beam
పదార్థం - Matter
పరమాణువు - Atom
పరవలయాత్మక - Parabolic
పరారుణ - Infrared
పరావర్తనం - Refraction
ప్రతిదీప్త - Fluorescent
పాలపుంత - Milky way
పీడనం - Pressure
పౌనఃపున్యం - Frequency
బలం - Force

భారమితి - Barometer
భూమ్యాకర్షణ - Pull of Earth
భౌతిక శాస్త్రం - Physics
మాధ్యమం - Medium
మార్మిక శాస్త్రం - Occult
ముసలకం - Piston
మెరుపు - Lightening
మోటారు - Motor
యంత్ర శాస్త్రం - Mechanics
రశ్మి విద్యుత్ - Photo Electricity
రాపిడి - Friction
రుణశక్తి - Negative Energy
రేఖీయంగా - Linearly
రేడియోధార్మిక - Radioactive
లోలకం - Pendulum
లోహపు కాగితం - Metal Foil
లంబం - Perpendicular
వక్రీభవనం - Light refraction
వత్తిడి - Pressure
వర్ణపటం - Spectrum
వ్యతికరణం - Interference
వాతావరణం - Atmosphere
వాలుతలం - Inclined Plane
వికర్షణ - Repulsion
విద్యుత్/విద్యుచ్ఛక్తి - Electricity
విద్యుత్ అయస్కాంతం - Electromagnet
విద్యుత్ ప్రవాహం - Electric Current
విరళీకరణం - Rarefaction
విలోమానుపతం - Inversely Proportion
వివర్తనం - Defraction
వివర్తన కోణం - Angle of Tilt
విశ్వం - Universe
విశిష్టోష్ణం - Specific Heat
వేగం - Speed
వేధశాల - Observatory
వోల్టా దొంతర - Voltaic Pile
శుక్రుడు - Venus
శూన్యం - Vaccum
శంఖువు - Cone
సమతుల్యత - Equivalent
సమాంతరం - Parallel
సమీకరణం - Equation
స్ఫటికం - Crystal
సాపేక్షిక - Relativity
సామరస్యం - Harmony
సాంద్రత - Density
సాంస్కృతిక పునర్వికాశం - Renaissance
స్థితి శాస్త్రం - Statics
స్థిర విద్యుత్ ప్రవాహం - Steady Current
స్థిరాంకం - Constant
సీమ గుగ్గిలం - Amber
సీసం - Lead
సూది బెజ్జం కెమెరా - Pin hole Camera
సూపర్‌నోవా - Supernova
స్నెల్ నియమం - Snell's Law
సైన్ - Sine
సైఫన్ - Siphon
సంపీడనం - Compression
సందీప్త - Luminiscent
సంభావ్యత - Probability

శాస్త్రజ్ఞుల సూచిక

రచయిత పరిచయం :

థాను పద్మనాభన్ పూనాలోని ఇంటర్ - యూనివర్సిటీ సెంటర్ ఫర్ ఆస్ట్రానమీ, ఆస్ట్రో ఫిజిక్స్‌లో ఆచార్యులుగా, కోర్ అకాడమిక్ ప్రోగ్రాం డీన్‌గా పనిచేస్తున్నారు. 1982 - 1992లో ముంబయిలోని టి.ఐ.ఎఫ్.ఆర్.లో బోధన వృత్తిలో పనిచేశారు. భౌతిక శాస్త్రం పై ఎన్నో పత్రాలు, పుస్తకాలు రాశారు.

అనువాదకుని పరిచయం :

డా॥ శ్రీనివాస చక్రవర్తి చెన్నై ఐ.ఐ.టి.లో పనిచేస్తున్నారు; శాస్త్ర సంబంధ పుస్తకాలను తెలుగులోకి అనువదించటంలో అభిరుచి.

పుస్తక పరిచయం :

'భౌతిక శాస్త్రం ఎలా మారింది?' మొదట 1984-1986 మధ్య 'సైన్స్ ఏజ్' (ఇప్పుడు రావటం లేదు)లో ధారావాహికంగా ప్రచురితం అయ్యింది. భౌతిక శాస్త్ర చరిత్రని బొమ్మల కథగా ఈ పుస్తకం మీకు అందిస్తోంది. భౌతిక శాస్త్రంలోని వైతాళికులతో పాటు ప్రతి ఒక్క శాస్త్రజ్ఞుని కృషిని తెలియచేస్తుంది. దీనిని పుస్తకం రూపంలో మలచటానికి అరవింద గుప్తా తోడ్పడ్డారు. పాఠశాల, భౌతికశాస్త్ర విద్యార్థులకు ఈ పుస్తకం ఆసక్తికరంగా ఉంటుందని ఆశిస్తున్నాం.



జన విజ్ఞాన వేదిక

వెల : రూ. 30